

**SINTESIS KARBOKSIMETIL SELULOSA (CMC) DARI SELULOSA  
PELEPAH LONTAR (*Borassus flabellifer*) SEBAGAI  
FLOKULAN**



**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Sains  
Di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

Oleh:

**AI SYAH RUS DIN**  
**NIM: 60500116003**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN  
MAKASSAR**

**2020**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**


Mahasiswa yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Aisyah Rusdin  
NIM : 60500116003  
Tempat/Tgl.Lahir : Anabanua/ 24 Juli 1998  
Jurusan : Kimia Sains  
Judul : Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah  
Lontar (*Borassus flabellifer*) Sebagai Flokulan

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, Februari 2020

Penyusun

  
Aisyah Rusdin  
NIM : 60500116003

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

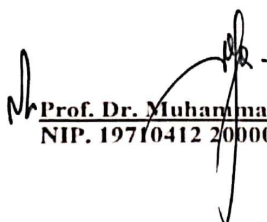
Skripsi yang berjudul, "**Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah Lontar (*Borassus flabellifer*) sebagai Flokulan**", yang disusun oleh **Aisyah Rusdin, NIM: 60500116003**, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari Jumat, 21 Februari 2020 bertepatan dengan 27 Jumadil Akhir 1441 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Kimia, Jurusan Kimia (dengan beberapa perbaikan).

Samata-Gowa, 21 Februari 2020 M  
27 Jumadil Akhir 1441 H

#### DEWAN PENGUJI

<b>Ketua</b>	: Sjamsiah, S.Si., M.Si., Ph.D.	(  )
<b>Sekretaris</b>	: Dr.H. Asri Saleh, ST., M.Si	(  )
<b>Munaqisy I</b>	: Asriani Ilyas, S.Si., M.Si	(  )
<b>Munaqisy II</b>	: Dr.H.Muhammad Sadik Sabry, M.Ag	(  )
<b>Pembimbing I</b>	: Dr. Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si	(  )
<b>Pembimbing II</b>	: Sappewali, S.Pd., M.Si	(  )

Diketahui Oleh:  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Alauddin Makassar

()  
**Prof. Dr. Muhammad Khalifah Mustami, M.Pd**  
NIP. 19710412 200003 1 001

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah swt. karena dengan izin dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Serat Pelepah Lontar (*Borassus flabellifer*) sebagai Flokulan”. Salam serta salawat tetap tercurahkan kepada Rasulullah saw. beserta keluarga dan para sahabatnya.

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Penulis menyadari bahwa proses selesainya skripsi ini tidak luput dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Dengan demikian penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada kedua orang tua (Rusdin dan Hj. Indo Ulle) dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moral maupun materi. Semoga Allah swt. senantiasa meridhoi kita semua, melimpahkan rahmat-Nya dan senantiasa diberkahi.

Pada kesempatan ini, penulis ingin pula menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak di bawah ini yang banyak membantu penulis:

1. Bapak Prof. Drs. Hamdan Juhannis M.A, Ph.D, selaku Rektor UIN Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. Muhammad Khalifah Mustami, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar dan sejawaran.
3. Bapak Dr. H. Asri Saleh, ST., M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar

4. Ibu Dr. Rismawaty Sikanna, S.Si., M.Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
5. Ibu Dr. Maswati Baharuddin, M.Si dan Bapak Sappewali, S.Pd., M.Si, selaku Pembimbing I dan II atas segala bimbingan dan bantuan yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan yang memberikan banyak ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Asriani Ilyas, S.Si., M.Si dan Bapak Dr. H. Muh. Sadik Sabry, M.Ag, selaku penguji I dan penguji II yang berkenan memberikan kritik dan saran bagi penulis.
7. Seluruh Dosen Jurusan Kimia dan staf serta karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
8. Segenap laboran Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar yang telah banyak membantu dalam proses penelitian. Terkhusus untuk Kak Fitria Azis, S.Si., S.Pd., selaku Laboran di Laboratorium Biokimia yang telah sabar membimbing kami dalam proses penelitian kami.
9. Staf Akademik Fakultas Sains dan Teknologi, Terima kasih atas segala didikan dan bantuan yang diberikan kepada kami selama kami kuliah hingga sekarang ini.
10. Teman partner penelitian penulis Vivi Alfi Yunita dan Rahmah Harun yang telah membantu dalam proses penelitian dan penulisan skripsi.
11. Teman-teman kimia angkatan 2016 terutama kimia A, selaku sahabat (Yanti, Wahidatul Waqi'ah, Arnianti Saputri) yang telah banyak memberikan motivasi dan membantu dalam proses penelitian.
12. Teman-teman KKN UIN Alauddin Makassar Desa Seberang Angkatan 61, selaku sahabat (Nur Aysia) yang telah memberikan banyak motivasi dan selalu menemani dalam proses bimbingan skripsi.

13. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang banyak membantu baik dalam proses penulisan skripsi ini maupun dalam proses penelitian.

Akhir kata penulis berharap, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan sebagai informasi untuk penelitian selanjutnya yang lebih baik lagi dan semoga segala aktifitas keseharian kita ternilai ibadah oleh Allah SWT Aamiin Ya Rabbal Aalamiin.

Samata, Februari 2020

Penulis,

Aisyah Rusdin  
NIM: 60500116003



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
A. Flokulan .....	8
B. Lontar .....	10
C. Selulosa .....	14
D. CMC.....	16
E. Parameter Uji Karakteristik .....	19
F. <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
A. Waktu dan Tempat.....	21

B. Alat dan bahan .....	21
C. Prosedur penelitian .....	22
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>26</b>
A. Hasil Pengamatan .....	26
B. Pembahasan .....	28
1. Ekstraksi Selulosa Serat Pelepah Lontar .....	28
2. Pemutihan .....	31
3. Pemurnian CMC .....	34
4. Karakteristik <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC) Pelepah Lontar .....	37
5. Aplikasi CMC sebagai Flokulan .....	41
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>46</b>
A. Kesimpulan .....	46
B. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Ekstraksi Selulosa dari Serat Pelepah Lontar .....	26
Tabel 4.2 Karakteristik CMC dari Serat Pelepah Lontar .....	27
Tabel 4.3 Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Lontar, Selulosa Langsung dan CMC Langsung .....	27
Tabel 4.4 Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Lontar, Selulosa Tidak Langsung dan CMC Tidak Langsung .....	28
Tabel 4.5 Aplikasi CMC sebagai Flokulan .....	28



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pohon Lontar .....	10
Gambar 2.2 Serat Pelepah Lontar .....	11
Gambar 2.3 Struktur Selulosa .....	14
Gambar 2.4 Struktur CMC .....	16
Gambar 2.5 FTIR .....	20
Gambar 4.1 Mekanisme Pemutusan Ikatan Antara Lignin dan Selulosa .....	30
Gambar 4.2 Reaksi Alkalisasi Selulosa .....	34
Gambar 4.3 Reaksi Terbentuknya Karboksimetil Selulosa Dikloroasetat .....	35
Gambar 4.4 Reaksi Terbentuknya Karboksimetil Monokloroasetat .....	36
Gambar 4.5 Reaksi Terbentuknya Karboksimetil Triselulosa .....	36
Gambar 4.6 Pengaruh pH terhadap Kekeruhan .....	41
Gambar 4.7 Pengaruh Kekeruhan pada Penggunaan CMC .....	42
Gambar 4.8 Pengaruh COD pada Penggunaan CMC .....	43
Gambar 4.9 Pengaruh CMC terhadap Pengurangan Konduktivitas .....	44

## ABSTRAK

**Nama** : Aisyah Rusdin

**NIM** : 60500116003

**Judul** : Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Pelepah Lontar sebagai Flokulan

---

Pelepah Lontar merupakan salah satu limbah yang kurang dimanfaatkan oleh masyarakat yang memiliki kandungan selulosa sebesar 54,27% sehingga berpotensi untuk dijadikan karboksimetil selulosa (CMC) yang dapat digunakan sebagai flokulan dalam proses flokulasi pengolahan air jernih. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan ekstraksi selulosa serat pelepah lontar, karakteristik dan aplikasi CMC sebagai flokulan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ekstraksi dan perendaman. Karakteristik dari selulosa dan CMC menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan selulosa langsung dan tidak langsung sebesar 11,06% dan 64,2% yang berwarna abu-abu. Karakteristik CMC pelepah lontar langsung menghasilkan rendemen 90%, pH 6,83 dan berwarna putih keabuan. Sedangkan CMC pelepah lontar tidak langsung menghasilkan rendemen 28%, pH 6,54 dan berwarna putih keabuan. Hasil FTIR dari  $\alpha$ -selulosa langsung dan tidak langsung dari pelepah lontar menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-O dan C-H dan FTIR CMC langsung dan tidak langsung menunjukkan gugus fungsi O-H dan COC. Aplikasi CMC secara langsung sebagai flokulan dari air sumur dapat mengurangi nilai pH dan konduktivitas. Sedangkan CMC secara tidak langsung dapat mengurangi nilai pH, konduktivitas dan COD.

**Kata Kunci** : Pelepah lontar, Flokulan, Karboksimetil Selulosa (CMC), Selulosa.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
ALAUDDIN  
MAKASSAR

**ABSTRAK**

**Nama** : Aisyah Rusdin

**NIM** : 60500116003

**Judul** : *Synthesis of Carboxymethyl Cellulose (CMC) from Lontar Midrib  
Cellulose as Flocculant*

---

Lontar midrib is one of the underutilized waste by people which has a cellulose content of 54.27% which has the potential to be carboxymethyl cellulose (CMC) which is used as a flocculant in the process of flocculation of clear water treatment. This research was conducted to determine the comparison of palm cell fraction extraction cellulose, characteristics and application of CMC as flocculant. The method used in this research is extraction and immersion. Characteristics of cellulose and CMC using FTIR. While the characteristics of the application of CMC as a flocculant using a turbidimeter, Conductumeter, pH meter and titration. The results showed that the yield produced directly and indirect cellulose was 11.06% and 64.2% which produced a gray color. Characteristics of CMC direct palm leaf midrib yield 90% yield, pH 6.83 and grayish white. Whereas the indirect palm leaf midrib CMC produces 28% yield, pH 6.54 and grayish white. FTIR results from direct and indirect  $\alpha$ -cellulose from palm leaf stem showed the presence of O-H, C-O and C-H functional groups and CMC FTIR directly and indirectly showed O-H, and COC functional groups. Application of CMC directly as flocculant from well water can reduce pH and conductivity values. Whereas CMC can indirectly reduce the pH value, conductivity and COD.

**Keywords:** *Lontar Midrib, flocculant, carboxymethyl cellulose (CMC), cellulose.*

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
ALAUDDIN  
MAKASSAR

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan naiknya permintaan kebutuhan air bersih. Pemenuhan kebutuhan air bersih saat ini sangat kurang, karena terjadinya pencemaran air yang menyebabkan terjadinya kekeruhan sehingga menyebabkan penurunan kualitas air di lingkungan. Padahal air merupakan sumber kehidupan, seperti yang dinyatakan dalam QS. Al-Anbiya/21: 30.

أَوَلَمْ يَرِ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا<sup>ط</sup> وَجَعَلْنَا مِنَ  
الْمَاءِ كُلِّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ<sup>ط</sup>

Terjemahnya :

“Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian kami pisahkan antara keduanya. Dan daripada air kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tidak juga beriman?”.

Menurut Tafsir Al-Maragi, apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwa dahulu langit dan bumi itu berpadu dan saling berhubungan, kemudian kami memisahkan keduanya dan menghilangkan kesatuannya. Dan kami telah menciptakan dari air setiap hewan. Demikian pula dengan air itu, Dia menghidupkan dan menumbuhkan setiap tumbuhan. Maka, termasuk ke dalam setiap yang tumbuh itu ialah hewan dan tumbuhan. Apakah mereka tidak beriman dengan jalan memikirkan dalil-dalil ini, sehingga mereka mengetahui Pencipta yang tidak ada sesuatu pun menyerupai-Nya dan mereka meninggalkan jalan kemusyrikan.

Air yang biasa digunakan oleh masyarakat di pedesaan adalah air sumur, sehingga kualitas air sumur yang digunakan biasanya tidak memenuhi standar air nasional. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mujariah, dkk., 2016: 2302, bahwa air yang biasa digunakan oleh desa Sausu Tambu Kecamatan Sausu adalah air sumur yang memiliki tingkat kekeruhan sebesar 18 NTU. Dari hasil yang didapatkan bahwa nilai kekeruhan yang terdapat pada air sumur melebihi ambang batas kualitas air minum. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.491/2010 tentang persyaratan kualitas air minum yang diperbolehkan untuk batas maksimum terjadinya kekeruhan air adalah 5 NTU. Terjadinya kekeruhan pada air, menandakan tingginya kesadahan yang terdapat pada air tersebut. Semakin tinggi kesadahan yang dimiliki oleh suatu air, maka semakin banyak mineral-mineral yang terdapat pada air. Oleh karena itu, untuk mengolah air sumur menjadi air bersih digunakan suatu flokulan.

Flokulan merupakan bahan yang ditambahkan dalam proses flokulasi yang biasanya digunakan dalam pengolahan air. Proses flokulasi adalah proses dengan penggabungan inti flok sehingga menjadi flok berukuran lebih besar. Terjadinya proses flokulasi dengan adanya pengadukan. Pengadukan pada proses flokulasi merupakan pemberian energi agar terjadi tumbukan antar partikel tersuspensi dan koloid agar terbentuk gumpalan (flok) sehingga dapat dipisahkan melalui proses pengendapan dan penyaringan (Yuliastuti, 2017: 78). Salah satu bahan yang bisa dijadikan sebagai flokulan adalah karboksimetil selulosa (CMC).

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan polimer selulosa yang dapat mencegah terjadinya pengendapan protein pada titik isoelektrik yang bersifat biodegradable, tidak berwarna dan tidak beracun (Ayuningtiyas, dkk., 2017: 48). CMC biasanya dijadikan sebagai penstabil pangan dan emulsifier yang dapat larut

dalam air dalam kondisi suhu panas maupun dingin. Selain itu, CMC dapat digunakan dalam proses pengolahan air sebagai flokulan. CMC dapat disintesis dengan dua tahapan yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi (Ferdiansyah, dkk., 2016: 136). Proses alkalisasi bertujuan sebagai pengembang dan untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa yang menggunakan larutan NaOH. Mengembangnya selulosa ini akan memudahkan difusi reagen karboksimetilasi. Sedangkan pada proses karboksimetilasi reagen yang digunakan akan berpengaruh terhadap substitusi dari unit anhidroglukosa pada selulosa sehingga komposisi dari reagen alkalisasi maupun karboksimetilasi dapat menentukan kualitas CMC yang dihasilkan (Wijayani, dkk., 2005: 228). Parameter yang penting dalam karakteristik CMC yaitu warna, gugus fungsi dan pengukuran pH yang bertujuan untuk menentukan kualitas CMC yang dihasilkan (Ferdiansyah, dkk., 2016: 136). Salah satu tumbuhan yang mengandung selulosa yang dapat digunakan dalam pembuatan CMC adalah lontar.

Lontar (*Borassus flabelifer*) merupakan tumbuhan yang sangat berkembang di Indonesia. Lontar biasanya tumbuh di bagian timur Pulau Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi. Di Provinsi Sulawesi Selatan, keberadaan tanaman lontar sangat melimpah dengan populasi lontar sebesar 300.000 pohon (Saduk dan Niron, 2018: 9). Banyaknya populasi tanaman lontar di daerah Sulawesi Selatan, menyebabkan banyaknya pelepah lontar yang dihasilkan setiap pohon. Serat Pelepah lontar mengandung bahan kering sebesar 88,48% dan air sebesar 11,52%. Kandungan kimia pada serat pelepah lontar adalah silikat sebesar 1,06%, lignin sebesar 1,12%, hemiselulosa sebesar 22,34% dan selulosa sebesar 54,27% (Saduk dan Niron, 2018: 13). Menurut Silsia, dkk (2018: 54), bahwa adanya kandungan selulosa pada tumbuhan, dapat berpotensi untuk diolah menjadi CMC.

Hal tersebut juga telah dijelaskan melalui firman Allah swt dalam QS. Al-Syu'ara/26: 7-8.

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً  
وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Terjemahnya :

“dan apakah mereka tidak memperhatikan, betapa banyak kami tumbuhkan di bumi berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik? Sungguh pada yang demikian itu terdapat tanda (Kebesaran Allah), tapi kebanyakan mereka tidak beriman”.

Menurut tafsir Al-Misbah, disebutkan bahwa apakah mereka tidak melihat ke bumi, yakni mengarahkan pandangan, sepanjang, seluas dan seantero bumi. Berapa banyak telah kami tumbuhkan dari setiap pasang tumbuhan dengan berbagai jenis yang kesemuanya tumbuh subur lagi bermanfaat? Sesungguhnya pada demikian itu terdapat tanda yang membuktikan adanya pencipta yang maha Esa. Tetapi mereka tidak memperhatikan dengan baik sehingga mereka tidak menemukan tanda-tanda itu.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt telah menumbuhkan setiap tumbuhan dengan berbagai macam tumbuhan yang tumbuh subur dan memiliki banyak manfaat bagi pertumbuhan makhluk hidup, dimana manfaat itu dapat diperoleh apabila manusia terus mencari dan berusaha untuk dapat memanfaatkan sumber daya alam yang Allah swt telah sediakan. Salah satu kandungan dari tumbuhan yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan CMC adalah selulosa.

Selulosa merupakan komponen utama kayu dan serat tanaman. Unsur utama dalam penyusun struktur selulosa yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan Oksigen (O). Selulosa termasuk polisakarida yang terdiri dari 2000-4000 unit glukosa yang



dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Selulosa biasanya terdapat pada dinding sel tumbuhan dan bergabung pada senyawa lain seperti lignin dan hemiselulosa. (Astuti, 2017: 8).

Penggunaan jenis larutan dan konsentrasi yang berbeda-beda dalam proses alkalisasi dan karboksimetilasi dalam sintesis CMC ternyata dapat mempengaruhi kualitas CMC yang dihasilkan. Seperti yang dilakukan oleh Silsia, dkk., (2018: 55), melakukan pembuatan CMC dengan menggunakan larutan NaOH 30% pada perlakuan alkalisasi dan menggunakan variasi konsentrasi asam trikloroasetat (10%, 20% dan 30%) pada perlakuan karboksimetilasi, sehingga dihasilkan nilai pH CMC yang berbeda. Dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai pH tertinggi terdapat pada konsentrasi 20%. Sedangkan pH terendah dari ketiga konsentrasi tersebut adalah konsentrasi 30%.

Berdasarkan penelitian Sebayang dan Sembiring (2017: 521), juga melakukan penelitian pembuatan CMC dengan menggunakan larutan NaOH 25% pada proses alkalisasi dan 6 gr monokloro asetat pada proses karboksimetilasi yang dimanfaatkan sebagai penstabil pangan dalam pembuatan es krim. Selain CMC di aplikasikan dalam makanan, CMC juga dapat diaplikasikan dalam pencapan textil, pengolahan air jernih dan adsorben ion logam kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ). Berdasarkan penelitian Eriningsih, dkk (2011: 7), bahwa CMC yang berasal dari selulosa tongkol jagung dapat digunakan sebagai pengental dalam proses pencapan textil sebagai media pasta cap. Penggunaan CMC pada konsentrasi 16,5 % dengan viskositas 1750 cps memberikan hasil kain cap yang baik dengan motif warna yang tajam. Berdasarkan Astuti (2017), bahwa CMC yang berasal dari selulosa pisang ambon dapat digunakan sebagai adsorben ion logam kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ). Kemampuan CMC dijadikan sebagai adsorben, karena adanya gugus karbonil dan gugus hidroksil yang

berinteraksi pada ion logam  $\text{Cd}^{2+}$  yang menyebabkan peningkatan reaktifitas kimia yang jauh lebih tinggi dari selulosa. Berdasarkan penelitian Ali, dkk., 2013, bahwa CMC dapat dijadikan sebagai flokulan pada air limbah. Hasil yang didapatkan menunjukkan nilai kekeruhan, COD dan konduktivitas dapat berkurang setelah penambahan flokulan CMC.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian pembuatan CMC dari selulosa serat pelepah lontar sebagai flokulan yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan ekstraksi selulosa secara langsung dan tidak langsung dari serat pelepah lontar, mengetahui karakteristik karboksimetil selulosa (CMC) dari serat pelepah lontar dan mengetahui aplikasi CMC sebagai flokulan

#### **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan ekstraksi selulosa secara langsung dan tidak langsung dari serat pelepah lontar?
2. Bagaimana karakteristik CMC yang dihasilkan dari pelepah lontar?
3. Bagaimana aplikasi CMC sebagai flokulan?

#### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui perbandingan ekstraksi selulosa secara langsung dan tidak langsung dari serat pelepah lontar
2. Mengetahui karakteristik CMC dari serat pelepah lontar.
3. Mengetahui aplikasi CMC sebagai flokulan

**D. Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengolah pelepah lontar sebagai bahan baku dalam pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) dan diharapkan mampu meningkatkan nilai guna pelepah lontar.
2. Dapat memanfaatkan karboksimetil selulosa (CMC) sebagai flokulan
3. Dapat memberikan informasi kadar karboksimetil selulosa yang dihasilkan dari pelepah lontar untuk kegunaan lebih lanjut.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Flokulan*

Air merupakan komponen yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk menunjang kebutuhan sehari-hari. Salah satu parameter untuk menentukan kualitas air adalah kekeruhan. Penyebab terjadinya kekeruhan pada air adalah adanya partikel tersuspensi, seperti tanah liat, lumpur maupun bahan organik yang menyebabkan air berwarna dan kotor. Air yang mengalami kekeruhan, sebelum digunakan dilakukan perlakuan untuk mengendapkan partikel yang terlarut dalam air sehingga akan menghasilkan air yang jernih. Proses penjernihan air dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tertentu yang disebut dengan flokulan (Fikri, dkk., 2015: 2).

Flokulan adalah salah satu bahan yang mendukung terjadinya proses flokulasi. Proses flokulasi merupakan proses penambahan flokulan yaitu senyawa kimia berupa polimer yang disebut polielektrolit apabila monomernya mengandung gugus fungsi yang dapat terionisasi sehingga akan terbentuk flok dengan adanya pengadukan lambat yang bertujuan untuk meningkatkan aglomerasi antar partikel yang lemah, sehingga partikel tersebut akan mudah diendapkan (Sari, dkk., 2019: 101).

Berdasarkan penelitian Purwanto, dkk (2013: 47), berdasarkan dari bahan pembuatannya flokulan dibagi menjadi 2 jenis yaitu flokulan sintetis dan flokulan alami. Flokulan sintesis seperti *polyacrylamide* (PAM), polietilen-imine, poliamida-amine, polyamine dan polietilen-oksida. PAM memiliki karakteristik sulit terurai secara biologi, membentuk flok yang sifatnya rapuh, memiliki umur simpan yang lebih panjang dan penggunaan dalam jumlah sedikit, sedangkan flokulan alami

merupakan polimer yang larut dalam air. Flokulan alami umumnya seperti turunan dari pati dari jagung dan kentang, alginat dan polisakarida yang memiliki karakteristik penggunaan dalam jumlah yang lebih banyak, memiliki umur simpan yang lebih pendek, lebih mudah terurai secara biologi dan membentuk flok. Berdasarkan penelitian Sugihartono (2014: 182), bahwa flokulan alami juga dapat berasal dari produk dan limbah pertanian seperti kitosan, gelatin, ekstrak protein dari daging dan turunan polimer selulosa yaitu karboksimetil selulosa.

Penggunaan flokulan alami biasanya digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi flokulan sintesis yang tidak mudah terurai di alam. Salah satu flokulan alami adalah gelatin. Gelatin merupakan polimer alami turunan dari kolagen yang bersifat amfoter dan memiliki aktivitas yang tinggi sebagai flokulan dan adsorben yang dapat diaplikasikan dalam pengolahan air dan air limbah sehingga digunakan sebagai flokulan terbaru (Sugihartono, 2016: 20).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ali, dkk., 2013 dalam pembuatan CMC dari katun tangkai segar digunakan sebagai flokulan. Proses flokulasi dilakukan selama 3 bulan. Dari hasil penelitian yang diperoleh, selama 3 bulan tersebut, nilai dari COD, kekeruhan, maupun konduktivitas naik turun yang mengindikasikan bahwa lama penyimpanan dapat mempengaruhi karakteristik dalam pengolahan air. Berdasarkan hasil yang diperoleh, berat CMC yang paling bagus digunakan sebagai flokulan untuk pengolahan air yaitu 70 mg/L dalam 100 mL. Pada proses pengolahan air, penggunaan flokulan lebih efektif digunakan dibandingkan koagulan. Hal ini dikarenakan kinerja dari koagulan dipengaruhi oleh pH dan penggunaannya cukup banyak, sedangkan flokulan relatif lebih stabil terhadap pengaruh pH dan penggunaannya relatif lebih sedikit (Sugihartono, 2014: 180). Selain CMC digunakan sebagai flokulan dalam proses pengolahan air, CMC juga

dapat digunakan sebagai adsorben. Berdasarkan penelitian Pily, dalam proses sintesis CMC dari kulit pisang raja, bahwa selulosa digunakan sebagai adsorben karena adanya interaksi gugus aktif, gugus hidroksil terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ . Setelah selulosa dibuat menjadi CMC, maka akan terjadi penambahan gugus karbonil dari penambahan asam trikloroasetat pada proses karboksimetilasi sehingga akan menyebabkan CMC mempunyai reaktifitas kimia untuk mengikat ion tembaga yang lebih tinggi.

### **B. *Lontar***

Lontar merupakan salah satu jenis tumbuhan yang termasuk keluarga palma yang biasa ditemukan di daerah Asia Tenggara dan Aisa Selatan. Biasanya di daerah Sulawesi selatan, lontar biasa disebut dengan ta'la sedangkan di daerah Toraja disebut lontara. Hampir semua bagian lontar dimanfaatkan oleh manusia. Bagian lontar yang paling banyak dimanfaatkan adalah daun, batang, buah ataupun bunga yang biasanya diminum secara langsung dan dapat difermentasi untuk dibuat menjadi tuak (Rismawati, 2012 dalam Fauziah, 2015: 18).



**Gambar 2.1** *Pohon Lontar*  
(Sumber: Dokumentasi)

Menurut Tambunan (2010: 29), klasifikasi tanaman lontar berdasarkan taksonominya yaitu sebagai berikut:

Kelas : Monokotiledonae  
Ordo : Arecales  
Famili : Palmae  
Genus : *Borassus*  
Spesies : *Borassus flabelifer*

Lontar merupakan salah satu tumbuhan yang mirip dengan pohon kelapa. Pohon lontar dan pohon kelapa sama-sama memiliki garis-garis horizontal di batangnya, tetapi pada pohon lontar, garisnya lebih renggang dan lebih tebal dari pohon kelapa. Pohon kelapa memiliki batang pohon yang lebih pendek dibandingkan kelapa. Selain itu, pohon kelapa memiliki daun yang panjang pada setiap bagian tangkainya sedangkan pohon lontar memiliki daun di ujung tangkainya yang melebar yang berbentuk seperti kipas. Pohon kelapa memiliki buah yang berbentuk lonjong, sedangkan buah lontar berbentuk bulat yang lebih kecil dibandingkan buah kelapa (Efendi, 2018: 2).



**Gambar 2.2** Serat pelepah lontar  
(Sumber: Dokumentasi)

Lontar termasuk tumbuhan Gymnospermae, yang memiliki akar serabut panjang dan besar dan berbentuk silindris yang tingginya mencapai 25-30 meter dan tinggi batang dari lontar mencapai 40-50 cm. Biasanya buah lontar memiliki bentuk bulat dengan diameter antara 10-15 cm, yang ketika masih muda akan berwarna hijau dan menjadi ungu hingga hita setelah tua. Pada daging muda buah lontar, memiliki rasa manis yang memiliki tekstur seperti agar dan berair. Namun setelah tua, daging buahnya akan mengeras. Setiap buah lontar, terdiri dari 3 biji dalam 1 buah yang memiliki tempurung yang keras dan tebal. Selain itu, kayu lontar mirip dengan kayu kelapa, namun kayu lontar tampak lebih gelap dibandingkan kayu kelapa. Daun dari lontar memiliki daun menyirip ganjil yang ditemukan pada ujung batang. Helai daun dari lontar berwarna hijau agak kelabu dengan lebar 1-1,5 m. Setiap pohon lontar dapat menghasilkan 6-12 tanda buah (Tambunan, 2010: 31-32).

Lontar memiliki banyak manfaat untuk digunakan oleh masyarakat diantaranya pada bagian daun lontar, biasanya dimanfaatkan dalam pembuatan atap rumah sebagai tempat pemasakan, pembuatan gula lempeng maupun gula cair. Selain itu, daun lontar juga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan sapu yang terbuat dari tulang daun lontar (Marlistiyati, 2016: 147).

Tanaman lontar merupakan salah satu jenis flora yang belum dimanfaatkan secara optimal. Selama ini, di daerah Wajo Provinsi Sulawesi Selatan, masyarakat hanya memanfaatkan buah dari tanaman lontar. Pada bagian tanaman lainnya seperti serat dari pelepah pohon lontar masih kurang dimanfaatkan sehingga hanya menjadi limbah. Sehingga pemanfaatan serat dari pelepah daun lontar belum dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri seperti automotif, tekstil, produksi kertas dan pembuatan CMC. Serat pelepah lontar merupakan tulang daun yang berada ditengah daun lontar. Untuk mendapatkan serat daun lontar, maka dilakukan



dengan cara memisahkan serat yang berada di tengah daun lontar. Serat pelepah lontar berbentuk seperti lidi yang mirip pada pohon kelapa. Namun, serat pelepah lontar lebih lentur sehingga dapat dibuat menjadi bagian yang lebih (Ardiati, 2016: 14). Serat pelepah lontar memiliki beberapa kandungan kimia yang berupa lignin sebanyak 1,12%, selulosa sebanyak 54,27%, silikat sebanyak 1,06% dan hemiselulosa sebanyak 22,34% (Saduk dan Niron, 2018: 13). Dengan tingginya kandungan selulosa pada serat pelepah lontar, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai karboksimetil selulosa (CMC). Sebagaimana firman Allah swt dalam Q.S. Al-An'am/6: 99.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا  
 خُتِرَ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ  
 وَالزَّيْتُونِ وَالرُّمَّانِ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي  
 ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Terjemahnya :

“dan dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggaur, dan (Kami keluarkan pula zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman”.

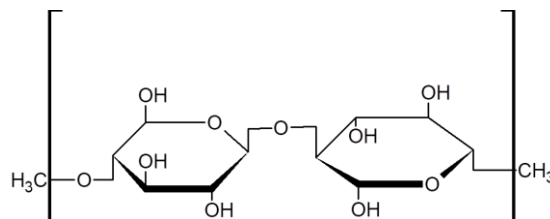
Menurut tafsir Al-Azhar (2015: 223-224), disebutkan bahwa air hujan yang turun itu menyebabkan tumbuhnya berbagai warna tumbuh-tumbuhan, besar dan kecil, mulai dari rumput hingga beringin, bumi menjadi subur. Yang dimaksud dengan hijau atau kehijauan di sini adalah pohon-pohon yang banyak menghasilkan

buah dan biji-bijian. Kehijauan ialah kesuburan. “Yang kami keluarkan daripadanya biji-biji yang bersusun”. Banyak pohon yang menghijau memberikan buah bersusun untuk manusia, seumpama susunan buah pisang atau jagung atau yang lain, yang menghijau lantaran suburnya. “Dan dari kurma, dari mayangnya (jadi) tandan yang mudah dipetik”. Maka dari itu, antara pohon menghijau yang banyak macamnya dengan buah dan biji bersusun itu, Allah menyuruh memerhatikan kurma, makanan penting bagi bangsa yang mula menerima Al-Qur’an itu.

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah swt telah menurunkan air hujan untuk menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang subur yang menghasilkan banyak buah maupun biji. Salah satu tumbuhan yang telah diciptakan oleh Allah swt adalah tanaman lontar. Bagian lontar yang sering dimanfaatkan oleh manusia adalah daun, batang maupun buahnya yang mengandung selulosa.

### C. *Selulosa*

Selulosa merupakan polisakarida yang jika terhidrolisis akan menghasilkan monomer glukosa dan beberapa selobiosa. Selulosa tidak dapat larut dalam air, tetapi sangat mudah menyerap air (Nisa, dkk., 2014: 35). Turunan selulosa biasanya digunakan dalam bidang farmasi seperti etil selulosa, metil selulosa, dan karboksimetil selulosa. Contohnya dalam karboksimetil selulosa yang merupakan bahan utama dari Seprafilm<sup>TM</sup> yang biasa digunakan untuk mencegah adesi setelah pembedahan (Zuraida, 2016: 15).



( Sumber: Rakhmatullah, 2015: 6)

Hildayani (2018: 10), menemukan bahwa selulosa terdiri dari tiga jenis berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5, yaitu:

1.  $\alpha$ -selulosa

$\alpha$ -selulosa merupakan selulosa yang memiliki rantai panjang yang tidak larut dalam NaOH 17,5% dengan derajat polimerisasi (DP) 600-15000.  $\alpha$ -selulosa biasanya digunakan untuk penentuan tingkat kemurnian selulosa. Apabila nilai derajat kemurnian  $\alpha$ -selulosa di atas 92%, maka selulosa tersebut dapat digunakan dalam pembuatan bahan peledak. Selain itu,  $\alpha$ -selulosa juga digunakan dalam pembuatan CMC.

2.  $\beta$ -selulosa

$\beta$ -selulosa merupakan selulosa yang memiliki rantai pendek yang larut dalam NaOH 17,5% dengan derajat polimerisasi (DP) 15-90. Apabila ekstrak dinetralkan, maka  $\beta$ -selulosa akan mengendap.

3.  $\gamma$ -selulosa

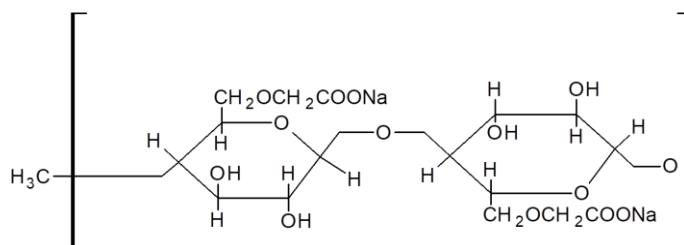
$\gamma$ -selulosa merupakan selulosa yang memiliki rantai pendek yang larut dalam NaOH 17,5% dengan derajat polimerisasi (DP) kurang dari 15.

Proses ekstraksi selulosa, biasanya meliputi proses delignifikasi dan proses pemutihan. Proses delignifikasi menggunakan larutan NaOH untuk menyerang dan merusak struktur lignin, bagian kristalin dan amorf, memisahkan lignin serta menyebabkan pengembangan struktur selulosa. Proses pemutihan bertujuan melarutkan sisa senyawa lignin yang dapat menyebabkan perubahan warna dengan mendegradasi rantai lignin yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai lignin yang pendek, sehingga lignin dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali (Purba, 2018: 11).

#### D. *Karboksimetil Selulosa (CMC)*

Karboksimetil selulosa (CMC) merupakan eter polimer selulosa linear dan berupa senyawa anion yang bersifat biodegradable, tidak berbau, tidak berwarna dan tidak beracun. CMC biasanya berfungsi sebagai emulsifier, zat pengental maupun agen penebalan pada makanan. CMC biasanya dibuat dari selulosa kayu. Hal ini dikarenakan selulosa kayu mengandung selulosa sekitar 42-47% (Hildayani dan Maulia, 2018: 12). Hal ini dibuktikan pada hasil penelitian Sukanandi (2014: 217), yang telah melakukan penelitian 20 jenis selulosa kayu yang mengandung 42,03%-54,95%.

CMC adalah senyawa yang tergolong dalam golongan hidrokoloid yang merupakan polimer hidrofilik yang terdiri dari gugus hidroksil. Hidrokoloid berasal dari tanaman, hewan, mikrobial. Berat molekul dari CMC berkisar antara 21.000-500.000 dengan gugus karboksimetilasi yang dihubungkan dengan gugus glukosa dari selulosa melalui ikatan ester (Kasigit, 2006: 9). Struktur Karboksimetil Selulosa (CMC) merupakan rantai polimer yang terdiri atas unit molekul selulosa. Setiap unit anhidroglukosa yang memiliki tiga gugus hidroksil dan beberapa atom hidrogen dari gugus hidroksil tersebut yang disubstitusi oleh karboksimetil (Kamal, 2010: 78). Karboksimetil selulosa bersifat stabil terhadap lemak dan dapat larut dalam pelarut organik dan dapat bersifat sebagai pengikat.



(Sumber: Kamal, 2010: 79).

Pembuatan CMC dilakukan dengan 2 tahap yaitu alkalisasi dan karboksimetilasi. Proses alkalisasi yaitu selulosa akan membentuk eter nonionic dari selulosa yaitu metilselulosa. Metilasi dari selulosa alkali akan menghasilkan serangan nukleofilik dari gugus alkoksida dari selulosa pada karbon akseptor metil klorida. Metilasi terjadi pada sisi hidroksi C2 dan C6 dari unit glukosa. Sifat hidrofonik dari alkaliselulosa meningkat dengan panjangnya rantai alkil. Pereaksi yang digunakan dalam proses alkalisasi adalah NaOH untuk mengaktifkan gugus-gugus OH pada molekul selulosa. Pada proses karboksimetilasi, metil selulosa yang telah terbentuk akan direaksikan dengan menggunakan asam trikloroasetat. Gugus -OH pada struktur selulosa akan tergantikan oleh asam trikloroasetat yang merupakan penanda terbentuknya CMC (Nur, dkk., 2016: 223).

#### **E. *Parameter Uji Karakteristik***

##### **1. *Chemical Oxygen Demand (COD)***

COD merupakan salah indikator untuk melihat zat organik dalam suatu air. COD merupakan banyaknya oksigen dalam mg/L yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi. Semakin tinggi kadar COD dalam air maka semakin buruk kualitas air.

Berdasarkan penelitian Sulistroyini, dkk., 2016: 64 dalam analisis kualitas air pada sumber mata air di kecamatan karangan dan kaliorang di kabupaten kutai, bahwa nilai COD yang dihasilkan sebesar 190 mg/L. Nilai tersebut menunjukkan bahwa air tersebut telah tercemar oleh bahan-bahan organik, sehingga dibutuhkan suatu oksigen yang dapat mengoksidasi bahan buangan organik yang ada dalam air melalui reaksi kimia. Berdasarkan peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2010, menyatakan bahwa kadar maksimum dari COD adalah 100 mg/L. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan

Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, bahwa kriteria mutu air bersih dalam COD terbagi dalam 4 kelas. Kelas 1 memiliki kadar maksimum 10 mg/L, kelas 2 sebesar 25 mg/L, kelas 3 sebesar 50 mg/L dan kelas 4 sebesar 100 mg/L.

## 2. pH

pH merupakan indikator untuk menentukan sifat asam maupun basa dalam suatu air. Berdasarkan hasil penelitian Sulistyorini, dkk., 2016: 64 dalam analisis kualitas air pada sumber mata air di kecamatan karangan dan kaliorang, bahwa nilai pH dari sumber mata air dingin dan sumber mata air panas masing-masing adalah 6,94; 7,09; dan 8,26. Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  yang terdapat dalam air berasal dari mata air. Di Kecamatan Kaliorang dan sumber mata air dingin di kecamatan Karangan masih menunjukkan pH netral, sedangkan dari air yang berasal dari mata air panas di Kecamatan Karangan bersifat basa yang menunjukkan nilai pH lebih besar dari 7,9. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, bahwa kriteria mutu air bersih pada pH terbagi dalam 4 kelas. Kelas 1-3 menunjukkan nilai pH 6-9, sedangkan kelas 4 menunjukkan pH 5-9. Berdasarkan Permenkes RI, nomor 907.MENKES/SK/VII/2002 bahwa air yang baik untuk dikonsumsi memiliki nilai pH 6,5-8,5.

## 3. Kekeruhan

Tingkat kekeruhan suatu air biasa disebut dengan turbiditas. Kekeruhan air disebabkan oleh adanya suspense, seperti tanah liat, endapan lumpur, partikel organik dan organisme mikroskopis lainnya. Tingkat kekeruhan ditunjukkan dengan satuan pengukuran yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU) (Yuniarti, 2007: 8). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Parera, dkk., 2013: 471 dalam analisis kualitas air dalam sumur gali, bahwa kualitas air yang dihasilkan

kurang baik. Sumur yang keruh tersebut menyebabkan cahaya matahari yang masuk ke permukaan air berkurang sehingga menurunnya proses fotosintesis oleh tumbuhan air yang dapat menyebabkan suplai oksigen yang diberikan oleh tumbuhan dari proses fotosintesis berkurang. Berdasarkan Permenkes RI, nomor 416/MEN.KES/PER/IX/1990, kekeruhan air minum tidak boleh melebihi 5 NTU.

#### 4. Konduktivitas

Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik yang menunjukkan konsentrasi ion total dalam larutan. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Ion memiliki karakteristik tersendiri dalam menghantarkan arus listrik. Banyaknya ion di dalam larutan disebabkan adanya padatan terlarut di dalamnya. Jumlah padatan terlarut di dalam larutan berbanding lurus dengan jumlah ion dalam larutan. Jadi, semakin besar jumlah padatan terlarut, maka semakin besar pula jumlah ion dalam larutan, sehingga nilai konduktivitasnya semakin besar. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Irwan dan Afdal, 2016: 90, bahwa nilai konduktivitas listrik di Pantai Padang berkisar 177,6-178,1  $\mu\text{S/cm}$  dengan rata-rata 95,5-175,9  $\mu\text{S/cm}$  dengan rata-rata 139,1  $\mu\text{S/cm}$ . Tingginya nilai konduktivitas listrik pada air laut disebabkan karena kandungan garam yang terkandung tinggi, sehingga mengandung lebih banyak ion di dalam air laut.

#### **F. *Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red (FTIR)***

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi inframerah yang memiliki transformasi Fouries yang berfungsi untuk mendeteksi dan menganalisis spectrum yang dihasilkan. Untuk menganalisis suatu gugus fungsi yang terdapat dalam sampel, maka dilakukan perbandingan pita absorbansi yang dihasilkan dengan table korelasi dan menggunakan spectrum senyawa yang sudah diketahui (Anam,

dkk., 2007: 83). Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa dapat dibedakan (Sjahfirdi, dkk., 2015).



**Gambar 2.5 FTIR**  
(Sumber: Dokumentasi)

Cara kerja dari FTIR adalah mula-mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas yaitu satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Selanjutnya, secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik dan direkam oleh rekorder (Pambudi, dkk., 2017: 442)

Berdasarkan hasil penelitian Suryadi, dkk., 2019: 897, daerah serapan pada standar CMC adalah  $3607\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus OH,  $2877\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus CH *stretching*,  $1678\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C=O karboksil,  $1431\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus  $\text{CH}_2$ ,  $1325\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus OH,  $1153\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus COC glikosidik dan  $1054\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C-OH.



### **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-Desember 2019 di Laboratorium Kimia Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit, Laboratorium Biokimia, Laboratorium Kimia Analitik, Laboratorium Kimia Fisika, Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Kimia Organik dan Laboratorium Riset Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), desikator, konduktometer, turbidimeter, pH meter, hot plate magnetic stirrer, pompa vakum, neraca analitik, shieve shaker, oven, kompor listrik, termometer 110°C, lumpang dan alu, statif, klem, stopwatch dan alat-alat gelas.

##### **2. Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air sumur, aquadest ( $\text{H}_2\text{O}$ ), asam asetat glasial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 90%, asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 3,5%, asam trikloroasetat ( $\text{CCl}_3\text{COOH}$ ) 15%, CMC makanan, hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 10%, isopropanol ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ), kertas saring, metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 2%, 10%, 17,5% dan 20%, natrium hipoklorit ( $\text{NaOCl}$ ) 1,75% dan 6%, natrium sulfit ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) 2%, pelepah lontar dan waterone.

### **C. Prosedur Kerja**

#### **1. Sintesis CMC dari Serat Pelepah Lontar**

##### **A. Persiapan Sampel Pelepah Lontar**

Persiapan sampel dilakukan dengan mengambil sampel pelepah lontar di daerah kabupaten Wajo, Kecamatan Maniangepajo, kelurahan Anabanua, Sulawesi Selatan. Selanjutnya dilakukan tahap pengeringan. Setelah itu, dilakukan penepungan dengan cara diambil serat pelepah lontar, lalu dipotong kecil-kecil dan dihancurkan menjadi serbuk menggunakan blender. Diayak serbuk yang diperoleh dengan shieve shaker dengan ukuran ayakan 100 mesh dan dikeringkan kembali selama 1 jam dengan menggunakan oven 60°C (Silsia, dkk., 2018: 55).

##### **B. Ekstraksi Selulosa**

Ekstraksi selulosa dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Proses ekstraksi secara langsung digunakan sebanyak 75 gram serbuk serat pelepah lontar dimasukkan ke dalam gelas kimia, kemudian ditambahkan 2000 mL  $\text{HNO}_3$  3,5% dan 10 mg  $\text{NaNO}_2$  lalu dipanaskan pada suhu 90°C selama 2 jam sambil diaduk diatas hot plate. Setelah dipanaskan, disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Selanjutnya ditambahkan 375 mL  $\text{NaOH}$  2% dan 375 mL  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  2%, dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Residu dari hasil saringan diambil dan dilanjutkan ke proses pemutihan (Ferdiansyah, dkk., 2017: 159).

Ekstraksi secara tidak langsung digunakan sebanyak 50 gram serbuk serat pelepah lontar direndam dengan menggunakan larutan natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ) 10% sebanyak 500 mL, kemudian diaduk dengan rata hingga seluruh serbuk serat

pelepah lontar terendam. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Setelah itu, dilakukan proses penyaringan menggunakan kain saring. Kemudian, residu dari hasil saringan diambil dan dilanjutkan ke proses pemutihan.

### **C. Proses Pemutihan**

Proses pemutihan dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Proses pemutihan secara langsung dilakukan dengan menambahkan residu yang didapatkan dengan 500 mL larutan NaOCl 1,75%, dipanaskan pada suhu 70°C selama 30 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Lalu ditambahkan dengan 500 mL NaOH 17,5% dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 30 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Lalu ditambahkan dengan 250 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%, dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit sambil diaduk diatas hot plate. Disaring dan residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan. Dikeringkan residu didalam oven pada suhu 60°C kemudian disimpan di dalam desikator (Sebayang dan Sembiring, 2017: 521).

Proses pemutihan secara tidak langsung dilakukan dengan cara residu yang telah didapatkan, kemudian ditambahkan dengan larutan natrium hipoklorit 6% sebanyak 150 mL dan dipanaskan selama 60 menit pada suhu 60°C. Selanjutnya dicuci dengan menggunakan air hangat dan disaring untuk menghilangkan sisa natrium hipoklorit (NaOCl). Proses ini dilakukan sebanyak 3 kali hingga diperoleh selulosa berwarna putih. Selulosa yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kering, kemudian disimpan di dalam desikator (Fadillah, 2018: 24).

Rendemen selulosa ditentukan dengan rumus:

$$\text{Rendemen Selulosa (\%)} = \frac{\text{Berat Kering ekstrak serat pelepah lontar}}{\text{Berat sampel serbuk erbuk serat pelepah lontar}} \times 100\%$$

#### **D. Pemurnian CMC dari Pelepah Lontar**

Selulosa ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL. Ditambahkan 100 mL isopropanol dan diaduk selama 10 menit. Lalu dilakukan alkalisasi dengan menambahkan 20 mL NaOH 17,5%. Campuran tersebut dipanaskan dengan hotplate magnetik stirrer pada suhu 30°C selama 1 jam. Setelah proses alkalisasi selesai, dilanjutkan dengan proses karboksimetilasi dengan menambahkan asam trikloroasetat 15% sebanyak 20 mL dan dipanaskan pada suhu 45°C selama 3 jam. Setelah itu, campuran disaring dan residunya dilanjutkan ke proses penetralan (Fadillah, 2018: 24).

#### **E. Penetralan Karboksimetil Selulosa (CMC)**

Setelah proses karboksimetil selesai, hotplate magnetic stirrer dimatikan, lalu campuran disaring dan residunya di pindahkan ke dalam gelas kimia dan diukur pH-nya. Selanjutnya ditambahkan asam asetat glasial 90% sampai pH 7. Setelah itu campuran disaring dan dilakukan pencucian dengan waterone. Residu yang didapatkan kemudian direndam menggunakan 100 mL metanol selama 24 jam. Padatan (CMC) yang diperoleh dari hasil penyaringan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C hingga kering. Padatan yang kering kemudian digerus menggunakan lumpang dan alu sehingga diperoleh serbuk CMC (Safitri, dkk., 2017: 61).

Rendemen CMC ditentukan dengan rumus:

$$\text{Rendemen CMC (\%)} = \frac{\text{Berat CMC}}{\text{Berat Selulosa}} \times 100\%$$

## **2. Karakteristik CMC dari Pelepah Lontar**

### **1) pH**

Ditimbang 0,5 gram berat kering (CMC). Kemudian ditambahkan 50 mL aquades. Setelah itu, dipanaskan menggunakan hotplate sampai suhu 70°C sambil diaduk dan larut. Setelah dingin, diukur pH-nya (Safitri, dkk., 2015: 62)

### **2) Uji *Fourier Transform Infra Red (FTIR)***

Diambil sampel sedikit, kemudian diletakkan diatas tempat pengujian FTIR. Lalu ditekan sampai mengenai sampel dan diuji.

## **3. Aplikasi CMC sebagai Flokulan**

Ditimbang 0,35 gram CMC, lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan air sumur sebanyak 25 mL. Setelah itu, dipanaskan selama 5 menit pada suhu 30°C. Kemudian, diangkat dan didiamkan selama 7 hari. Selanjutnya, dilakukan proses penyaringan menggunakan pompa vakum. Filtrat yang diperoleh, selanjutnya dianalisis menggunakan turbidimeter, pH, konduktometer dan COD.

## BAB IV



### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Sintesis CMC dari Serat Pelepah Lontar

##### A. Ekstraksi Selulosa Serat Pelepah Lontar



**Tabel 4.1** Hasil Ekstraksi Selulosa dari Serat Pelepah Lontar

Ekstraksi	Volume Awal (g)	Volume Sesudah (g)	Rendemen (%)	Warna	Gambar
Langsung	75	8,3	11,06	Abu-abu	
Tidak Langsung	50	32,1	64,2	Abu-abu	

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
**ALAUDDIN**  
M A K A S S A R

## B. Pemurnian CMC

**Tabel 4.2** Karakteristik CMC pelepah lontar

Variasi	Berat CMC (g)	Yield CMC (%)	pH	Warna	Gambar
CMC secara langsung	4,5	90	6,83	Putih Keabuan	
CMC secara tidak langsung	1,4	28	6,54	Putih Keabuan	

### 4.1.2 Uji Fourier Transform Infra Red (FTIR)

**Tabel 4.3** Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Lontar, Selulosa Langsung dan CMC Langsung

Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )				
Serat Pelepah Lontar	Selulosa Langsung	CMC Langsung	Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm <sup>-1</sup> )
3426.18	3333.77	3331.36	O-H <i>stretching</i>	3550-3200
2928.87	2893.06	2891.54	C-H <i>stretching</i>	3000-2840
1735.70	-	-	C=O	1740-1720
1510.38	-	-	C=C	1900-1500
1425.04	1423.66	1417.47	C-H <i>bending</i>	1439-1399
1378.60	1370.18	1365.88	C-H	1370-1365
1249.49	1200.57	1226.15	C-O-C	1275-1200
-	1158.04	1157.2	C-O	1260-1000
897.60	895.38	894.23	C-H <i>bending</i>	900-675

(Sumber: Silverstein, dkk., 2005)

**Tabel 4.4** Daerah Serapan FTIR Serat Pelepah Lontar, Selulosa Tidak Langsung dan CMC Tidak Langsung

Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )				
Serat Pelepah Lontar	Selulosa Tidak Langsung	CMC Tidak Langsung	Gugus Fungsi	Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )
3426.18	3335.92	3328.21	O-H <i>stretching</i>	3550-3200
2928.87	2904.09	2892.16	C-H <i>stretching</i>	3000-2840
1735.70	-	-	C=O	1740-1720
1510.38	-	-	C=C	1900-1500
1425.04	1424.12	-	C-H <i>bending</i>	1439-1399
1378.60	1370.73	1366.54	C-H	1370-1365
1249.49	1264.75	1263.89	C-O-C	1275-1200
-	1159.89	1156.88	C-O	1260-1000
897.60	896.24	894.73	C-H <i>bending</i>	900-675

(Sumber: Silverstein, dkk., 2005)

#### 4.1.3 Aplikasi CMC sebagai Flokulan

**Tabel 4.5** Aplikasi CMC sebagai Flokulan

No	Material	pH	Konduktivitas	Turbiditas	COD
1	Air Sumur	8,80	1,318	1,98	82,49
2	Air Sumur + CMC Secara Langsung	8,52	0,663	2,76	93,53
3	Air Sumur + CMC Secara Tidak Langsung	8,69	0,639	3,72	38,22

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Sintesis CMC dari Pelepah Lontar

#### A. Ekstraksi Selulosa Serat Pelepah Lontar Secara Langsung

Ekstraksi selulosa serat pelepah lontar dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Serat Pelepah lontar yang diperoleh dipotong kecil-kecil dan dikeringkan dibawah sinar matahari. Proses pengeringan bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dari serat pelepah lontar sehingga mudah dihancurkan menjadi serbuk pada saat di blender. Selanjutnya serbuk serat pelepah



lontar tersebut diayak menggunakan *shieve shaker* dengan ukuran 100 mesh. Hal ini dikarenakan, semakin kecil ukuran partikel, maka lignin dan hemiselulosa dapat terpisah dengan selulosa (Nur, dkk., 2016: 225).

Serbuk selulosa secara langsung yang diperoleh selanjutnya dilanjutkan ke proses delignifikasi dengan menggunakan pelarut  $\text{HNO}_3$  3,5% dan  $\text{NaNO}_2$  yang berfungsi untuk menghilangkan lignin dari serbuk serat pelepah lontar dalam bentuk nitrolignin. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, residu yang dihasilkan pada proses delignifikasi berwarna kuning kecoklatan yang menandakan terlarutnya sebagian senyawa lignin dari serbuk serat pelepah lontar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nur, dkk., 2016: 225 dalam proses sintesis CMC dari selulosa jerami padi, bahwa endapan yang dihasilkan pada proses ekstraksi selulosa, selulosa yang dihasilkan berwarna kecoklatan.

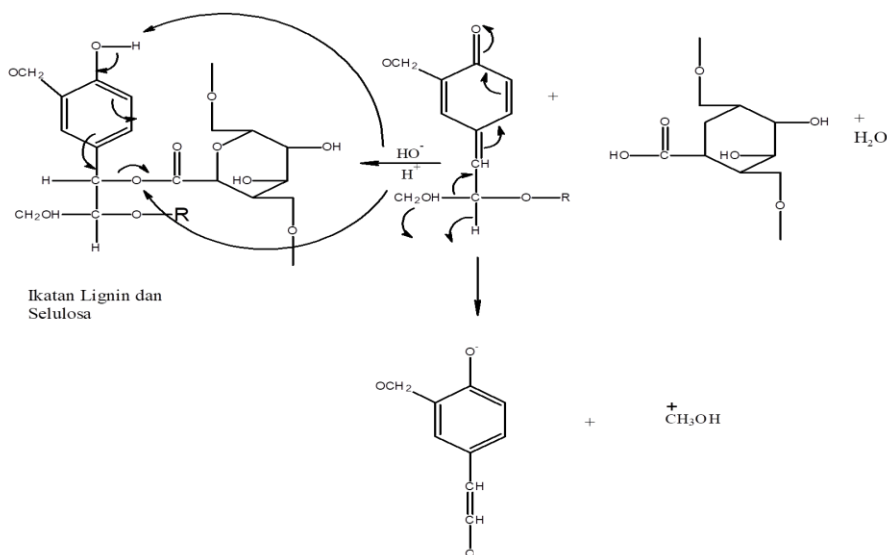
Selulosa yang diperoleh selanjutnya dilanjutkan pada proses pembengkakan (*swelling*) dengan menggunakan pelarut  $\text{NaOH}$  2% dan  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2% sehingga akan membuka pori-pori selulosa yang menyebabkan zat-zat pengotor akan keluar. Pada saat dilakukan pemanasan, warna yang dihasilkan berwarna hitam pekat yang menandakan terlarutnya senyawa lignin dan hemiselulosa pada serat pelepah lontar. Berdasarkan penelitian Safitri, dkk., 2017: 62 dalam sintesis CMC dari selulosa kulit durian, bahwa dalam proses delignifikasi dalam ekstraksi selulosa yang menggunakan pelarut  $\text{NaOH}$  yang akan menghasilkan warna merah kehitaman yang menandakan terjadinya penghilangan lignin.

Berdasarkan penelitian Dimawarnita, dkk., 2019: 98 dalam ekstraksi selulosa dari limbah baglog jamur tiram bahwa  $\text{NaOH}$  yang digunakan dalam proses ekstraksi selulosa yang baik untuk menghilangkan lignin yaitu  $\text{NaOH}$  dengan konsentrasi 12% pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam yang mampu melarutkan dan mendegradasi seluruh

lignin pada limbah jamur tiram dibandingkan NaOH 10%. Konsentrasi NaOH yang digunakan sangat berpengaruh dalam penghilangan lignin, semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan maka lignin yang terdegradasi akan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH.

Serbuk pelepah lontar secara tidak langsung dilakukan dengan penambahan natrium hidroksida (NaOH) 10% yang direndam selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk memisahkan lignin dan selulosa. Warna yang dihasilkan pada saat penambahan NaOH menghasilkan warna hitam. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan untuk mendapatkan endapan selulosa yang dihasilkan dari serbuk pelepah lontar.

Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH, yaitu:



**Gambat 4.1** Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh  $\text{OH}^-$

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa penghilangan lignin diawali dari penyerangan atom H yang terikat pada gugus OH fenolik oleh ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ )

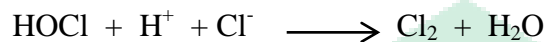
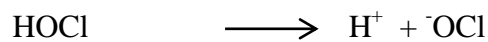
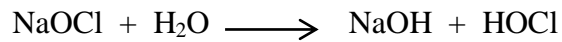
dari NaOH. Atom H tersebut bersifat asam karena terikat pada atom O yang memiliki keelektronegatifan besar. Atom O yang lebih elektronegatif akan menarik elektron pada atom H sehingga atom H akan bermuatan parsial positif dan mudah lepas menjadi ion  $H^+$ . Kemudian, terjadi pemutusan ikatan arileter dan karbon-karbon yang akan menghasilkan fragmen yang larut dalam NaOH. Larutnya senyawa lignin dapat ditandai dari warna sampel yang lebih cerah (Lestari, dkk., 2018: 239). Endapan hasil proses *swelling* pada penelitian ini masih berwarna hijau kecoklatan.

Berdasarkan penelitian Dimawarnita, dkk., 2019: 98 dalam pemurnian selulosa dan CMC dari TKKS bahwa pada saat terjadinya proses delignifikasi, makromolekul suatu lignin terurai menjadi molekul-molekul kecil yang membuatnya mudah terlarut. Reaksi yang terjadi selama proses delignifikasi bersifat *irreversible* sehingga molekul-molekul pada lignin yang telah rusak tersebut tidak dapat terkondensasi menjadi makromolekul lagi.

### **B. Proses Pemutihan**

Proses pemutihan dilakukan secara langsung dan tidak langsung. Proses pemutihan dilakukan secara langsung menghasilkan warna hijau kecoklatan. Warna hijau kecoklatan pada proses *swelling* tersebut masih menandakan bahwa masih adanya sisa lignin yang tersisa, sehingga dilakukan proses *bleaching* untuk menghilangkan sisa lignin dan membuat cerah atau putih endapan yang berwarna hijau kecoklatan. Proses *bleaching* ini menggunakan reagen NaOCl 1,75% yang akan memutus ikatan C-C dalam struktur lignin. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Adriani, dkk., 2013: 129 dalam sintesis material Komposil Polianilin-Selulosa dari Tanah Gembut bahwa penggunaan NaOCl sebagai proses *bleaching* dapat membuat warna pulp menjadi cerah atau putih. Berdasarkan hasil penelitian Trisanti, dkk.,

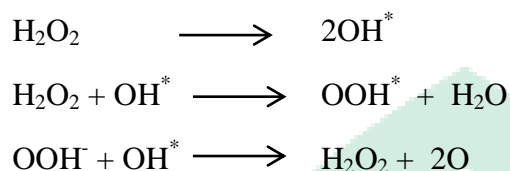
(2015:115) dalam ekstraksi selulosa dari serbuk gergaji kayu, reaksi yang terjadi pada proses *bleaching* adalah:



Perubahan warna yang dihasilkan berwarna lebih terang (putih keabuan). Perubahan warna tersebut, dikarenakan terlarutnya lignin oleh ion hipoklorit. Hal ini sesuai dengan penelitian Trisanti, dkk., (2015:116), bahwa dengan penambahan NaOCl menyebabkan perubahan warna selulosa dari coklat menjadi putih. Berdasarkan hasil penelitian Nur, dkk., 2016: 225 dalam sintesis CMC dari jerami padi bahwa dalam proses pemutihan dalam ekstraksi selulosa dengan menggunakan NaOCl dan natrium bisulfit menghasilkan warna sedikit kekuningan yang menandakan masih adanya senyawa lignin yang tersisa. Sehingga digunakan natrium metabisulfit, sehingga menghasilkan selulosa yang berwarna putih dan bersih dari sisa kotoran.

Selulosa dihasilkan terdiri dari  $\alpha$ ,  $\beta$  dan  $\gamma$ -selulosa, sehingga untuk mendapatkan  $\alpha$ -selulosa, dipisahkan menurut kelarutannya dengan menggunakan NaOH 17,5%.  $\beta$  dan  $\gamma$ -selulosa larut dalam NaOH 17,5% sedangkan  $\alpha$ -selulosa tidak larut (Hildayani dan Goldha, 2018: 45). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, filtrat yang dihasilkan berwarna hitam yang menandakan terlarutnya senyawa lignin,  $\beta$  dan  $\gamma$ -selulosa. Sedangkan endapan  $\alpha$ -selulosa yang peroleh berwarna kuning kehijauan yang menandakan sebagian lignin sudah hilang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jufrinaldi, 2018: 39 bahwa perubahan warna bagas setelah proses delignifikasi berwarna kuning kehijauan yang menandakan sebagian lignin sudah hilang. Hal ini menandakan bahwa atom O pada ikatan

glikosidik telah aktif. Untuk menghilangkan warna tersebut, maka dilakukan tahap pemutihan menggunakan  $\text{H}_2\text{O}_2$  10%.  $\text{H}_2\text{O}_2$  dalam air akan terurai menjadi  $\text{H}^+$  dan  $\text{OOH}^-$ , yang mana  $\text{OOH}^-$  berfungsi untuk menghilangkan lignin.



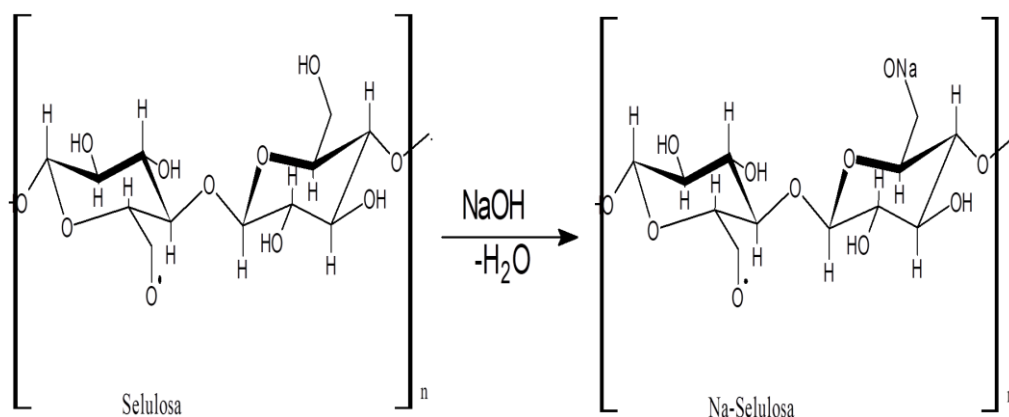
Selulosa yang dihasilkan berwarna abu-abu. Hal ini menandakan masih adanya senyawa lignin yang tersisa sehingga selulosa yang dihasilkan tidak berwarna putih. Proses pemutihan secara tidak langsung dilakukan dengan menggunakan larutan  $\text{NaOCl}$  6% dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Pada proses 1 terjadi perubahan warna hitam menjadi coklat kemerahan. Pada proses 2, terjadi perubahan warna coklat kemerahan menjadi hijau. Pada proses 3, terjadi perubahan warna dari hijau menjadi abu-abu.

Hasil ekstraksi serat pelepah lontar secara langsung maupun tidak langsung menghasilkan rendemen sebesar 11,06% dan 64,2%. Rendahnya rendemen yang dihasilkan dapat disebabkan dari proses pencucian dan penyaringan. Selain itu, tingginya kandungan lignin yang terdapat pada serat pelepah lontar. Hal ini disebabkan serat dari pelepah lontar merupakan serat yang keras dan kuat, panjang dan berwarna coklat. Hal ini sesuai dengan penelitian Lempang (2017: 163), bahwa kayu yang tergolong mengandung lignin yang tinggi dapat dilihat dari warnanya yang lebih tua, keras dan awet. Sedangkan pada kayu yang tergolong memiliki kandungan lignin yang rendah memiliki warna yang lebih muda. Berdasarkan penelitian Nur, dkk., 2016: 225 dalam sintesis CMC dari jerami pada, bahwa hasil ekstraksi selulosa dari jerami pada menghasilkan rendemen sebesar 20,37%. Selain itu, terdapat penelitian yang dilakukan oleh Safitri, dkk., 2017: 62 yang mensintesis

CMC dari selulosa kulit durian, bahwa rendemen selulosa yang dihasilkan sebanyak 36,375% dengan warna putih yang menggunakan ekstraksi selulosa secara tidak langsung dan menggunakan reagen pemutih  $H_2O_2$ .

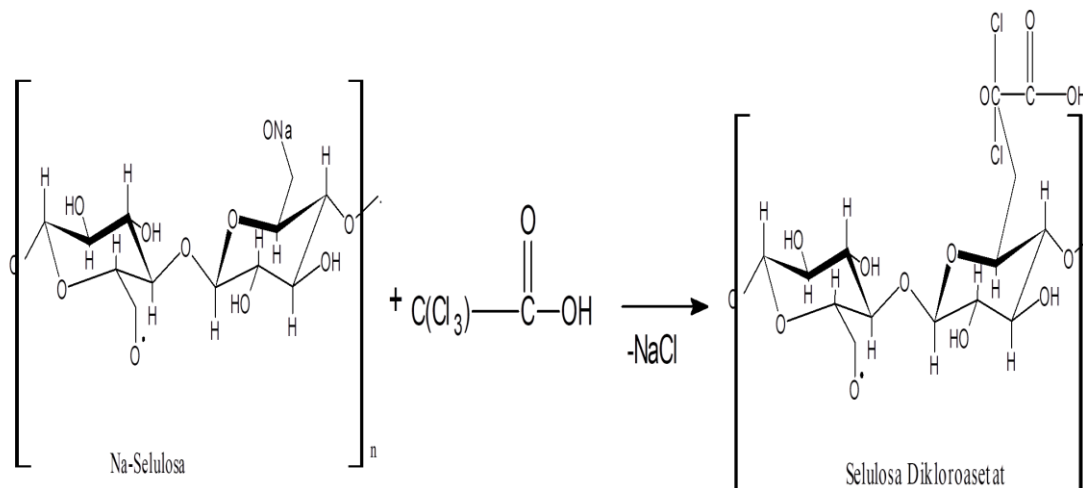
### C. *Pemurnian Karboksimetil Selulosa (CMC)*

Proses pembuatan karboksimetil selulosa (CMC) secara langsung maupun tidak langsung dilakukan dengan menggunakan 2 tahapan yaitu proses alkalisasi dan karboksimetilasi. Proses alkalisasi merupakan proses yang dilakukan untuk memunculkan selulosa dan menghilangkan lignin yang masih tersisa. Proses alkalisasi bertujuan untuk mengembangkan struktur selulosa sehingga memudahkan untuk mensubstitusi reagen karboksimetilasi ke dalam struktur selulosa (Nur, dkk., 2016: 226). Proses alkalisasi pada penelitian yang dilakukan menggunakan larutan isopropanol dan NaOH 17,5% dengan pengadukan selama 1 jam pada suhu  $30^{\circ}C$  untuk membuat  $\alpha$ -selulosa berubah menjadi alkali selulosa dengan adanya penambahan isopropanol sebagai katalis dan sumbangan gugus  $Na^+$  dari NaOH 17,5%. Berdasarkan Astuti, 2017 bahwa proses alkalisasi membuat sifat nukleofilitas atom O pada atom C-6 meningkat sehingga reaksi karboksimetilasi oleh asam trikloroasetat terhadap Na-Selulosa akan terbentuk



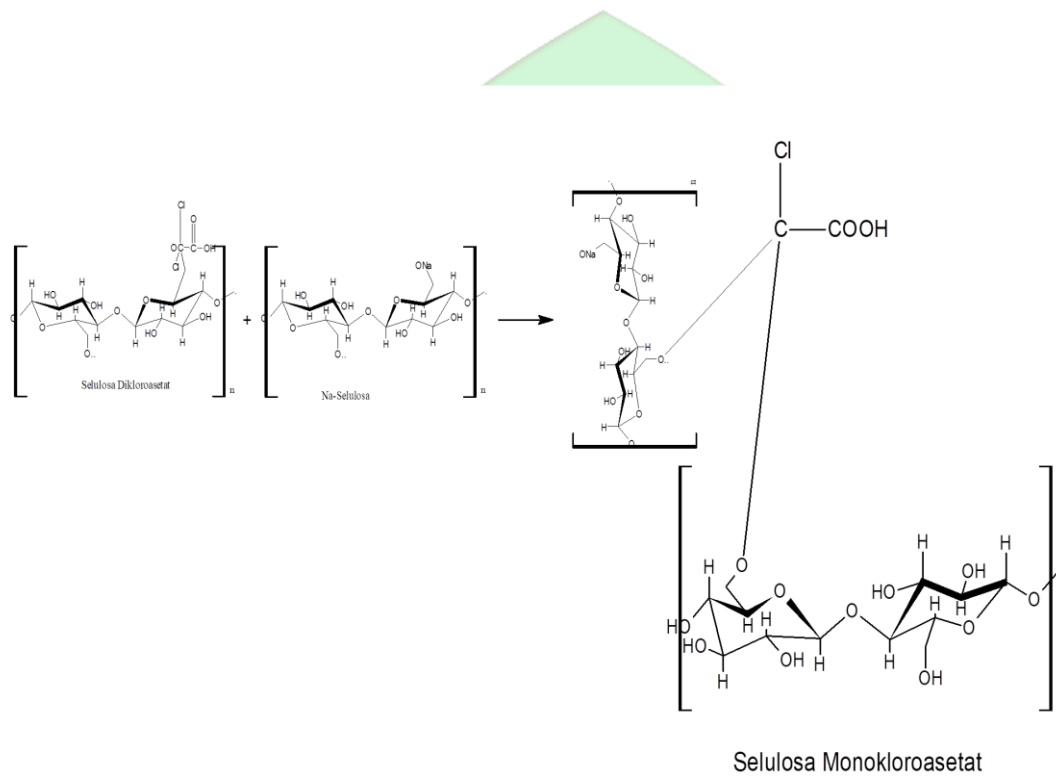
**Gambar 4.2** Reaksi Alkalisasi Selulosa

Gambar 4.2 menunjukkan adanya proses alkalisasi dengan penambahan NaOH, -OH primer pada selulosa akan bereaksi dengan NaOH sehingga membentuk natrium selulosa. Setelah dilakukan proses alkalisasi, kemudian dilanjutkan tahap kedua yaitu proses karboksimetilasi yang merupakan tahap pelekatan gugus karboksilat dari asam trikloroasetat pada struktur selulosa. Proses karboksimetilasi bertujuan untuk mensubstitusi gugus anhidroksil pada setiap unit anhidroglukosa dengan menggunakan asam trikloroasetat 15%. Berdasarkan Astuti, 2017 Penambahan asam trikloroasetat menyebabkan reaksi esterifikasi berlangsung, dimana O- pada atom C-6 selulosa yang bersifat nukleofil akan diserang oleh gugus karbonil dari asam trikloroasetat yang bersifat elektrofil dan membentuk eter selulosa.

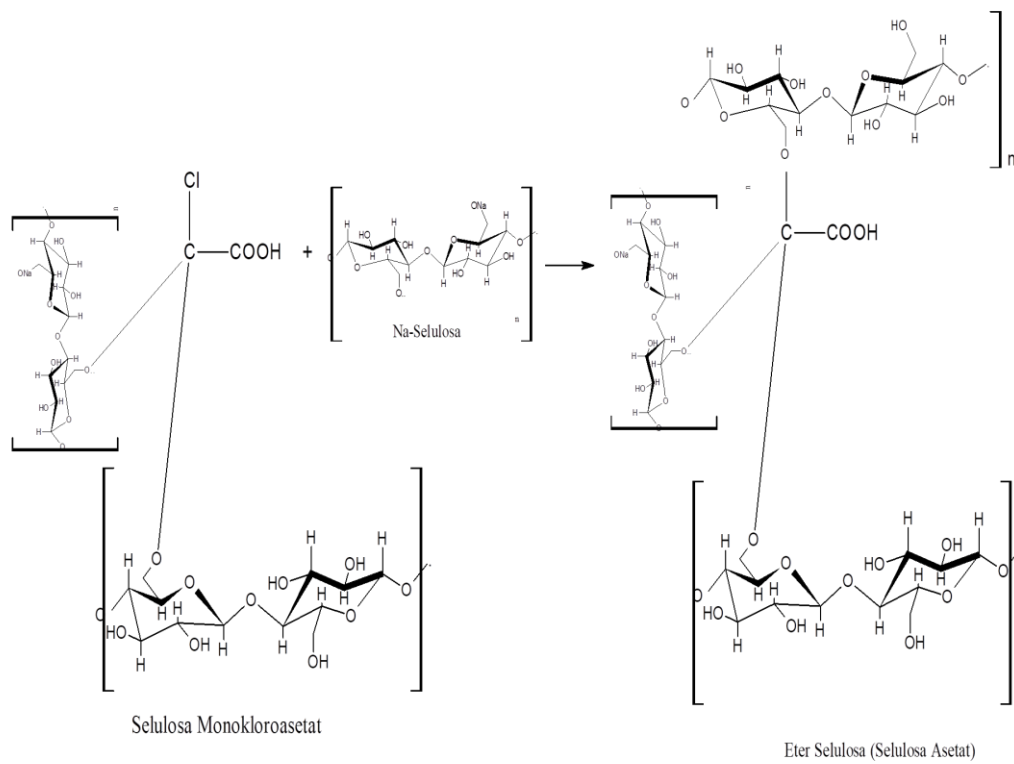


**Gambar 4.3** Reaksi Terbentuknya Selulosa Dikloroasetat

Gambar 4.3 menunjukkan adanya pergantian 1 molekul  $-\text{Cl}$  yang disubstitusi oleh selulosa membentuk selulosa dikloroasetat. Kemudian dilanjutkan dengan adanya pergantian 2 molekul  $-\text{Cl}$  yang lain (Pily, 2017: 44).



**Gambar 4.4** Reaksi Terbentuknya Karboksimetil Monoklordiselulosa



**Gambar 4.5** Reaksi Proses Terbentuknya Karboksimetil Triselulosa



Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semua atom klor sudah habis disubstitusi oleh selulosa sehingga membentuk karboksimetil triselulosa (Pily, 2017: 46). Residu yang dihasilkan berwarna hijau yang menandakan masih adanya sisa lignin yang tersisa. Setelah dilakukan proses karboksimetilasi, dilanjutkan ke proses penetralan dengan menggunakan asam asetat glasial 90% hingga pH 6-8. Hal ini dikarenakan, pada proses karboksimetilasi, CMC yang dihasilkan dalam suasana alkali. Setelah itu, CMC direndam dengan methanol selama 1 malam untuk menghilangkan zat-zat pengotor yang masih tersisa. padatan CMC yang telah diperoleh, selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C.

#### ***4.1.2 Karakteristik CMC Serat Pelepah Lontar***

##### **1. Rendemen CMC dari Serat Pelepah Lontar**

Hasil dari sintesis CMC diperoleh dari selulosa serat pelepah lontar. Rendemen yang dihasilkan dari CMC langsung sebesar 90% dan CMC tidak langsung sebesar 28%. Rendemen pada CMC langsung dari hasil penelitian yang dilakukan lebih tinggi dibandingkan dari hasil penelitian Safitri, dkk., 2017 dalam sintesis CMC dari kulit durian yang memperoleh rendemen sebesar 36,573%. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sphonputtanaphoca, dkk., 2019 dalam pembuatan CMC dengan bahan baku jerami padi yang menghasilkan rendemen sebesar 95,5%. Hal ini juga dapat dilihat dari hasil penelitian Suryadi, dkk., 2019: 894, pada karakterisasi CMC dari Alfa selulosa Bambu Betung yang menghasilkan CMC sebesar 19.0805 gram dengan selulosa yang digunakan sebanyak 20.0081 gram yang menghasilkan rendemen sebesar 95,36%.

##### **2. Warna**

Karboksimetil selulosa (CMC) pelepah lontar secara langsung dan tidak langsung menghasilkan warna putih keabuan. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian

sebelumnya, Sebayang dan Sembiring (2017), bahwa CMC yang dihasilkan berwarna putih. Hal ini dikarenakan, masih adanya sedikit lignin yang masih tersisa dan bereaksi dengan NaOH yang menyebabkan CMC tidak berwarna putih. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Asi, dkk., 2017: 4 dalam sintesis CMC dari ampas tebu bahwa warna yang dihasilkan dari sintesis CMC menghasilkan warna kekuningan dengan menggunakan reagen natrium monokloroasetat dalam proses karboksimetilasi. Dengan meningkatnya konsentrasi NaOH hingga 40% menyebabkan menurunnya warna kekuningan. Jadi dapat disimpulkan bahwa meningkatnya konsentrasi NaOH sangat berpengaruh pada warna CMC yang dihasilkan.

### **3. pH**

Derajat keasaman (pH) merupakan suatu konsentrasi ion hidrogen dalam pelarut air yang digunakan untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu larutan. Nilai pH berkisar dari 0-14. pH yang dihasilkan pada sintesis CMC langsung maupun tidak langsung yaitu 6,83 dan 6,54. Berdasarkan penelitian Silsia, dkk., 2018: 57 dalam karakterisasi CMC dari pelepah sawit dengan menggunakan metode tidak langsung, bahwa pH yang dihasilkan adalah 8,32 dan 7,48. pH yang dihasilkan dari CMC secara langsung maupun tidak langsung telah memenuhi standar FAO yang dibuktikan dari hasil penelitian Ferdiansyah, dkk., (2016): h. 137, bahwa pH standar FAO berkisar 6.0-8,5. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suryadi, dkk., 2019:898 dalam karakterisasi CMC dari bamboo betung yang memberikan nilai pH sebesar 7,61 dengan menggunakan natrium monokloroasetat dan nilai standar pH untuk CMC sebesar 6,93. Nilai standar dari pH CMC mirip dengan hasil penelitian yang dilakukan baik hasil CMC secara langsung maupun tidak langsung.

#### 4. Uji FTIR

Identifikasi gugus fungsi menggunakan FTIR meliputi bubuk serat pelepah lontar, selulosa langsung dan tidak langsung dari serat pelepah lontar dan CMC langsung dan tidak langsung dari serat pelepah lontar. Sebelum serat pelepah lontar diberikan perlakuan, bubuk serat pelepah lontar yang dianalisis menggunakan FTIR menghasilkan puncak pada bilangan gelombang 1735.70 menunjukkan gugus C=O. Hal ini menandakan bahwa sampel serat pelepah lontar sebelum diberikan perlakuan, masih mengandung senyawa lignin. Hal ini sesuai dengan penelitian Putera, 2012: 45 yang mengekstraksi serat selulosa dari tanaman enceng gondok, bahwa daerah  $1700\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya kelompok gugus asetil dan ester pada hemiselulosa atau kelompok asam karboksilat pada kelompok *ferulic* dan *p-cumeric* pada lignin, yang ditunjukkan dengan gugus C=O. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada saat setelah dilakukan perlakuan menjadi selulosa maupun CMC, bilangan gelombang  $1700\text{ cm}^{-1}$  telah hilang yang menandakan hilangnya sebagian senyawa lignin dari serat pelepah lontar.

Hasil gugus fungsional pada FTIR  $\alpha$ -selulosa langsung dan tidak langsung menunjukkan adanya gugus O-H pada bilangan gelombang 3333.77 dan 3335.92  $\text{cm}^{-1}$ , gugus C-H pada bilangan gelombang 2893.06  $\text{cm}^{-1}$  dan 2904.09, gugus C-O pada bilangan gelombang 1158.04  $\text{cm}^{-1}$  dan 1159.89  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hanif, dkk., 2018: 6 dalam pemurnian alfa selulosa dari baglog jamur putih, bahwa senyawa  $\alpha$ -selulosa memiliki gugus fungsi O-H, gugus C-O dan gugus C-H. Berdasarkan penelitian Wiradipta, 2017 dalam pembuatan plastik biodegradable berbahan dasar selulosa dari tongkol jagung bahwa gugus -OH dan C-H pada FTIR merupakan gugus fungsi utama pada selulosa.

Berdasarkan penelitian Suryadi, dkk., 2019: 897 bahwa alfa selulosa dari betung bambu ditunjukkan dengan adanya kelompok OH pada bilangan gelombang 3650-3200  $\text{cm}^{-1}$ , CH peregangan pada bilangan gelombang 3000-2850  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Suryadi, dkk., 2019: 897 yang mengkarakterisasi CMC dari Alfa Selulosa Betung Bambu, bahwa daerah bilangan gelombang 3650-3200  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan kelompok OH. Hal ini diperkuat kembali, dari hasil penelitian sebelumnya oleh Asi, dkk., 2017: 3 dalam sintesis dan karakterisasi CMC dari Ampas Tebu, bahwa daerah bilangan gelombang 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan kelompok hidroksil (-OH peregangan).

Berdasarkan penelitian Pradana, dkk., 2017: 416 yang memisahkan selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, yang menunjukkan bahwa pada puncak 3000 dan 3500  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan O-H yang mengalami peregangan akibat pengaruh alkalisasi. Alkali tersebut mengurangi ikatan hidrogen karena gugus hidroksil bereaksi dengan NaOH yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi -OH pada selulosa dibandingkan sebelum menjadi selulosa. Bilangan gelombang antara 1000-13000  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus eter (-COC-) (Ruth, 2018: 35).

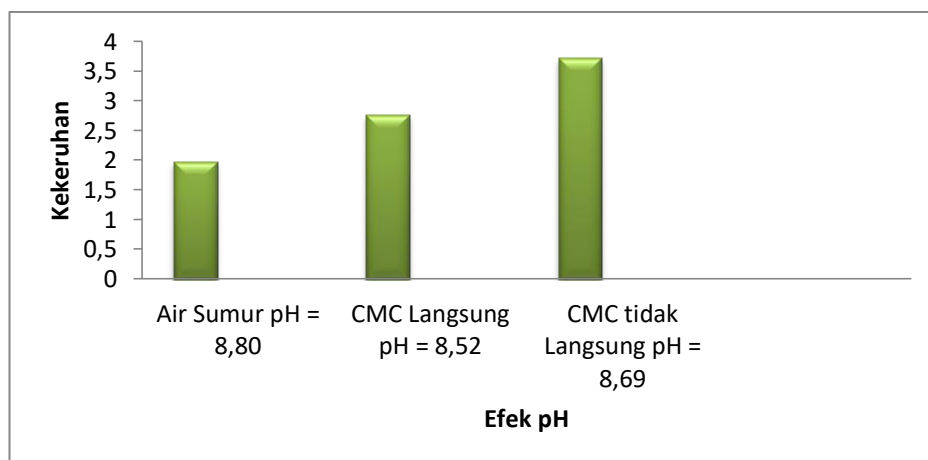
Hasil gugus fungsional pada FTIR CMC langsung dan tidak langsung menunjukkan adanya gugus -OH pada bilangan gelombang 3331.36 dan 3328.21  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus C-H pada bilangan gelombang 2891.5 dan 2892.16  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus eter (-COC-) pada bilangan gelombang 1000-1300  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil penelitian Pily, 2017: 34 pada sintesis CMC dari pisang raja dengan pereaksi asam trikloroasetat, bahwa bilangan gelombang 3441  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus -OH yang menandakan bahwa terjadi reaksi esterifikasi antara asam trikloroasetat dan selulosa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Astuti dalam sintesis eter selulosa dari kulit buah pisang ambon dengan asam trikloroasetat, bahwa bilangan gelombang yang

terdapat pada CMC yaitu pada bilangan gelombang  $3410,15\text{ cm}^{-1}$ ,  $1627,92\text{ cm}^{-1}$ ,  $1095,57\text{ cm}^{-1}$ ,  $1033,85\text{ cm}^{-1}$  dan  $864,11\text{ cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil penelitian Ruth (2018) dalam sintesis dan karakterisasi CMC dari pisang raja, bahwa hasil FTIR CMC dari konsentrasi NaOH yang digunakan, menunjukkan gugus  $\text{-OH}$ , gugus karboksil ( $\text{COO}^-$ ), ikatan  $\text{-CH}_2$  dan gugus eter ( $\text{-COC-}$ ).

#### 4.1.3 Aplikasi CMC Sebagai Flokulan

##### 1. Pengaruh pH terhadap Kekeruhan

pH menyatakan tingkat keasaman maupun basa pada suatu larutan. Penentuan pH pada proses flokulasi dapat mempengaruhi kualitas air yang dihasilkan. Apabila rentang pH yang digunakan dalam proses flokulasi tidak optimum, maka akan menyebabkan gagalnya proses flokulasi. Tinggi rendahnya pH yang digunakan, dapat mempengaruhi warna air. Warna pada air menandakan adanya zat-zat yang terlarut dalam air dan mempengaruhi tingkat kekeruhan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Citaningtyas, 2019: 18, bahwa semakin tinggi tingkat kekeruhan suatu air, maka akan mempengaruhi warna pada air. Tingginya kekeruhan pada suatu air, menandakan air tersebut tercemar.

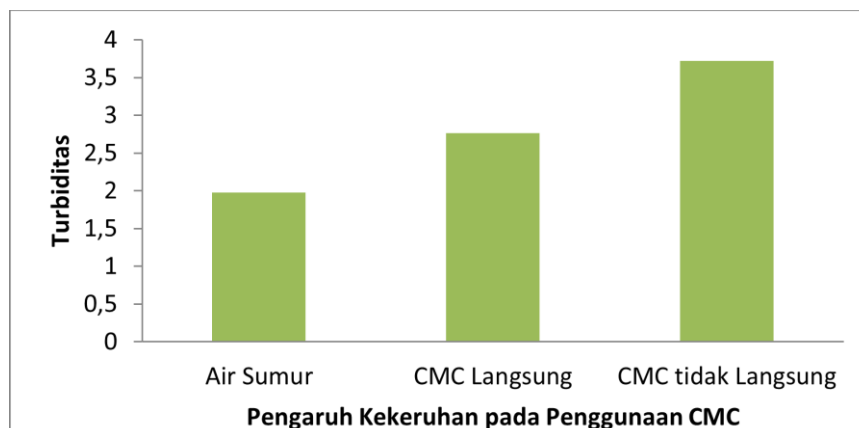


**Gambar 4.6** Pengaruh pH terhadap Kekeruhan

Gambar 4.6 menunjukkan analisis air sumur yang ditambahkan CMC langsung maupun tidak langsung sebagai flokulan dengan pH bersifat asam, menunjukkan bahwa flokulasi dalam sifat asam tidak efektif untuk mengurangi kekeruhan air sumur. Hal ini sesuai dengan penelitian Ali, dkk., 2013: 16 bahwa CMC yang dijadikan sebagai flokulan yang memiliki nilai pH yang bersifat basa, tingkat pengurangan kekeruhan lebih tinggi dibandingkan pH yang bersifat asam.

## 2. Pengaruh Kekeruhan pada Penggunaan CMC

Air yang keruh merupakan salah satu ciri yang menandakan air tersebut memiliki kualitas buruk untuk dikonsumsi. Terjadinya kekeruhan disebabkan karena adanya kandungan partikel terlarut dalam air baik yang bersifat organik maupun anorganik. Zat organik dapat berasal dari lapukan tanaman dan hewan, sedangkan zat anorganik berasal dari lapukan batuan dan logam. Penurunan kekeruhan pada air sangat penting karena selain ditinjau dari segi estetika yang kurang baik, juga proses desinfeksi untuk air keruh sangat sukar. Hal ini disebabkan karena penyerapan koloid dapat melindungi organisme dari desinfektan (Saputra, 2016: 4).

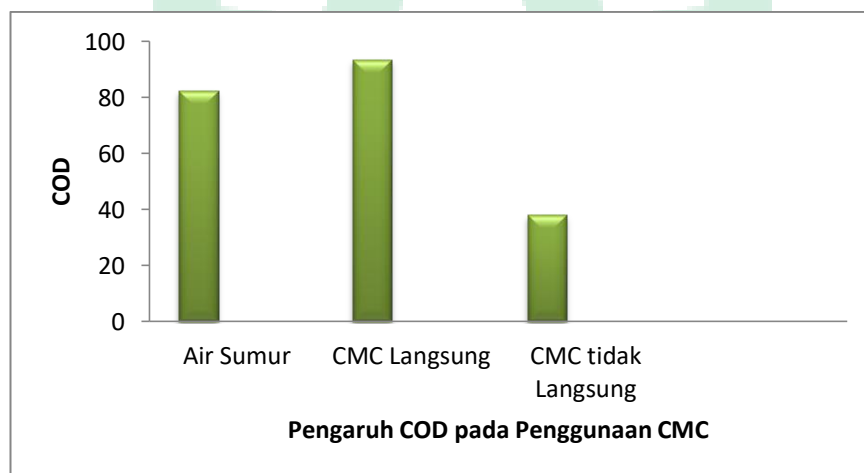


**Gambar 4.7** Pengaruh Kekeruhan terhadap CMC

Gambar 4.7 menunjukkan analisis air sumur sebelum diberikan CMC, diperoleh nilai kekeruhan sebesar 1,98. Setelah diberikan CMC langsung dan CMC tidak langsung, diperoleh nilai kekeruhan yaitu 2,76 dan 3,72. Dari hasil yang didapatkan, CMC tidak efektif untuk mengurangi nilai kekeruhan pada air sumur. Hal ini disebabkan karena volume yang digunakan untuk air sumur sedikit, sehingga CMC tidak menurunkan kekeruhan pada air, tetapi membuat air menjadi keruh.

### 3. Pengaruh COD pada Penggunaan CMC

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter air. Nilai COD menyatakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Muhajir, 2013: 11).



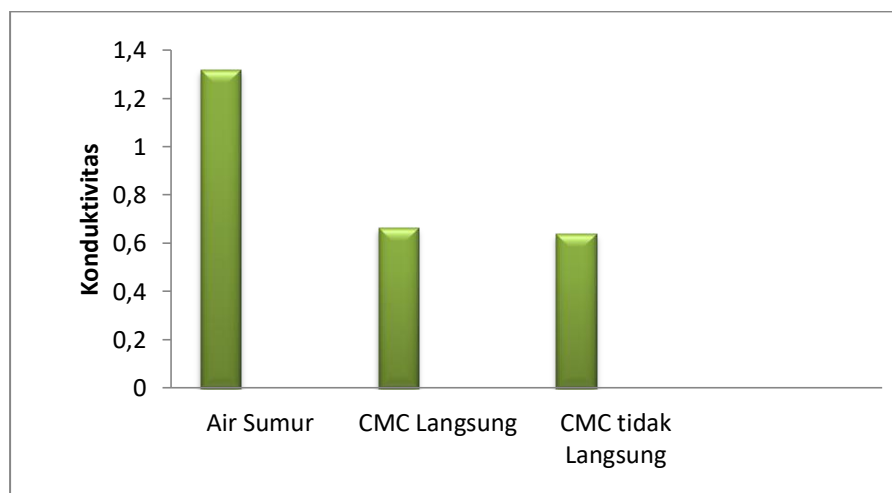
**Gambar 4.11** Pengaruh COD pada Penggunaan CMC

Gambar 4.11 menunjukkan analisis air sumur sebelum diberikan CMC, diperoleh nilai COD sebesar 82,49. Setelah diberikan CMC langsung dan CMC tidak langsung, diperoleh nilai COD yaitu 93,53 dan 38,22. Dari hasil yang didapatkan,

CMC tidak langsung dapat mengurangi nilai COD pada air sumur. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Ali, dkk., 2013: 17, bahwa CMC yang dijadikan sebagai flokulan dapat mengurangi COD dari air limbah. Dari hasil penelitian yang telah dilakukannya, aplikasi CMC dijadikan sebagai flokulan dilakukan selama 3 bulan. Hasil yang didapatkan dalam 3 bulan tersebut, tingkat pengurangan COD naik turun. Sedangkan CMC langsung tidak dapat mengurangi COD pada air sumur. Hal ini disebabkan karena proses ekstraksi selulosa pada sintesis CMC langsung dan tidak langsung berbeda.

#### 4. Pengaruh CMC terhadap Pengurangan Konduktivitas

Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Nilai dari konduktivitas listrik menyatakan konsentrasi ion di dalam larutan dan dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Jumlah padatan dan jumlah ion dalam suatu larutan berbanding lurus dengan nilai dari konduktivitas listrik. Semakin besar jumlah padatan maupun jumlah ion dalam suatu larutan, maka semakin tinggi nilai konduktivitas yang dihasilkan (Irwan dan Afdal, 2016: 86).



**Gambar 4.8** Pengaruh CMC terhadap Pengurangan Konduktivitas



Gambar 4.8 menunjukkan bahwa konduktivitas air sumur dapat meningkat seiring dengan meningkatnya pencemaran. Dalam penelitian ini, pengurangan konduktivitas dilakukan dengan menggunakan CMC sebagai flokulan. Sebelum perlakuan, konduktivitas air sumur dihasilkan sebesar 1,318. Setelah ditambahkan CMC baik secara langsung maupun tidak langsung diperoleh nilai sebesar 0,663 dan 0,639. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan CMC pada air sumur, dapat membuat tingkat konduktivitasnya berkurang. Sehingga dapat dikatakan bahwa, CMC dapat mengurangi konduktivitas pada air sumur. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, Ali, dkk., 2013 yang menjadikan CMC sebagai Flokulan bahwa CMC sebagai flokulan organik efektif dalam mengurangi konduktivitas air limbah. Hal ini dibuktikan hasil yang didapatkan bahwa dalam analisis awal sebelum penambahan CMC didapatkan nilai konduktivitas sebesar 945,989 dan 965. Sedangkan setelah penambahan CMC didapatkan tingkat pengurangannya rata-rata sebesar 53%.

### **5. Studi Banding untuk Polutan Pengurangan Penggunaan CMC**

Dari hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan bahwa CMC sebagai flokulan pada air sumur dapat mengurangi sebagian pencemaran pada air sumur dengan dosis 0,35 gram. Sampel diberikan dengan perlakuan yang sama, yang membedakan hanya CMC langsung dan tidak langsung. Dapat disimpulkan bahwa CMC langsung dapat mengurangi konduktivitas dan pH pada air sumur, sedangkan CMC tidak langsung dapat mengurangi konduktivitas, COD dan pH pada air sumur.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Kesimpulan pada penelitian ini ialah:

1. Ekstraksi selulosa dari serbuk serat pelepah lontar dilakukan dengan dua cara yaitu langsung dan tidak langsung. Rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi selulosa langsung adalah 11,06% dan ekstraksi selulosa tidak langsung adalah 64,2%. Hasil FTIR dari  $\alpha$ -selulosa langsung dan tidak langsung dari pelepah lontar menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-O dan C-H.
2. Karakteristik CMC secara langsung diperoleh berat CMC sebanyak 4,5 g, rendemen CMC sebesar 90%, pH sebesar 6,83 dan berwarna putih keabuan. Sedangkan CMC secara tidak langsung diperoleh berat CMC sebanyak 1,4 g, rendemen CMC sebesar 28%, pH sebesar 6,54 dan berwarna putih keabuan. Hasil FTIR CMC langsung dan tidak langsung menunjukkan gugus fungsi O-H dan COC.
3. CMC langsung yang diaplikasikan sebagai flokulan pada air sumur dapat mengurangi konduktivitas dan pH pada air sumur, sedangkan CMC tidak langsung dapat mengurangi nilai konduktivitas, pH dan COD pada air sumur.

#### **B. Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan pereaksi natrium monokloroasetat pada proses karboksimetilasi untuk membandingkan CMC yang dihasilkan pada pereaksi asam trikloroasetat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, Deka Muthia, dkk. "Sintesis Material Konduktif Komposit Polianilin-Selulosa dari Tanah Gambut". *JKK* 2, no. 3 (2013): h. 127-132.
- Ali, Zeenat, dkk. "Polymeric Cellulose Derivative: Carboxymethyl Cellulose as Useful Organic Flocculant Industrial Waste Waters". *Advancements in Research and Technology* 2, no. 8 (2013): h. 14-20.
- Al-Qur'an Alkarim.
- Anam, dkk. "Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR". *Berkala Fisika* 10, no. 1 (2007): h. 79-85.
- Ardiati, Maya. "Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polyester Serat Daun Lontar dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Kalium Permanganat ( $\text{KMnO}_4$ )". *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga Fakultas Sains dan Teknologi, 2016.
- Asi, Saeid Alizadeh, dkk. "Synthesis and Characterization of Carboxymethyl Cellulose from Sugarcane Bagasse". *Food Process Technol* 8, no. 8 (2017): h. 1-6.
- Astuti, Leli. "Sintesis Eter Selulosa Melalui Reaksi Eterifikasi Selulosa Hasil Isolasi Kulit Buah Pisang Ambon (*Musa Paradisiaca L*) dengan Asam Trikloroasetat sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ )". *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2017.
- Ayuningtiyas, dkk. "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Kulit Pisang Kepok dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida, Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi". *Teknik Kimia* 6, no. 3 (2017): h. 47-51.
- Citaningtyas, Stefanie Dini. "Uji Kualitas Air Tanah Warga terhadap Sumber Potensi Cemar Berdasarkan Keadaan Ekologis di Kampung Soropadan, Depok, Sleman, Yogyakarta". *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, 2018.
- Dimawarnita, dkk., "Peningkatan Kemurnian Selulosa dan CMC Hasil Konversi Limbah TKKS melalui perlakuan NaOH 12%". *Menara Perkebunan* 87, no. 2 (2019): h. 95-103.
- Efendi, Feri. "Tumbuhan Lontar sebagai Ide Dasar Penciptaan Motif Batik untuk Kemeja Pria Khas Lamongan". *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta Fakultas Bahasa dan Seni, 2018.
- Eriningsih, dkk. "Pembuatan Karboksimetil Selulosa dari Limbah Tongkol Jagung untuk Pengental pada Proses Pencapan Tekstil". *Arena Tekstil* 26, no. 2 (2011): 105-113.
- Fadillah, Nurul. "Pembuatan Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-CMC) dari Kulit Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra L. Gaertn*) dengan Variasi Konsentrasi Asam Trikloroasetat dan Suhu". *Skripsi*. Makassar: UIN Alauddin Makassar, 2018.

- Fauziah, Wenny Nur. "Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun, Kulit dan Biji Kelengkeng (*Euphoria longan* L) terhadap Pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus plantarum* Penyebab Kerusakan Nira Siwalan (*Borassus flabelifer* L)". *Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang Fakultas Sains dan Teknologi, 2015.
- Ferdiansyah, dkk. "Kajian Karakteristik Karboksimetil Sellulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit sebagai Upaya Diversifikasi Bahan Tambahan Pangan yang Halal". *Aplikasi Teknologi Pangan* 5, no. 4 (2016): h. 136-139.
- Ferdiansyah, dkk. "Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodology (RSM)". *AGRITECH* 37, no. 2 (2017): h. 158-164.
- Fikri, Muhammad Rijalul, dkk. "Teknik Penjernihan Air Menggunakan Bahan Flokulan PAC, Alum,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ , Semen, EDTA,  $\text{FeCl}_2$ , dan  $\text{CuCO}_3$ ". *Kimia* 1, no. 2 (2015): h. 1-10.
- Hanif, Hyakansa. "Pemurnian alfa-selulosa dari Baglog Bekas Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) Menggunakan NaOH dan Hidrolisis Sulfat". *Menara Perkebunan* 87, no. 1 (2019): h. 52-59.
- Hildayani, Goldha Maulla. "Pembuatan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Bahan Penstabil Madu Dehumidifikasi". *Skripsi*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2018.
- Irwan, Fadhilah dan Afdal. "Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air". *Fisika Unand* 5, no. 1 (2016): h. 85-93.
- Jufrinaldi. "Isolasi Selulosa dari Bagas Tebu melalui Pemanasan Iradiasi Gelombang Mikro". *Ilmiah Teknik Kimia* 1, no. 2 (2018): h. 36-46.
- Kamal, Netty. "Pengaruh Bahan Aditif CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) Terhadap Beberapa Parameter pada Larutan Sukrosa". *Teknologi* 1, no. 17 (2010): 78-84.
- Kasigit, Lani. "Pengaruh Penggunaan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dan Enzim Naringinase terhadap Kepahitan dan Mutu Sari Buah Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*)". *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor Fakultas Teknologi Pertanian, 2006.
- Lempang, Mody. "Sifat Dasar dan Kegunaan Kayu Agathis (*Agathis hamii* M. Dr) dari Sulawesi Selatan". *Penelitian Kehutanan Wallacea* 6, no. 2 (2017): h. 157-167.
- Lestari, Melinda Dwi. "Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol". *Chemical Science* 7, no. 3 (2018): h. 236-241.
- Marlistiyati, dkk. "Pemanfaatan dan Ekonomi Lontar Bagi Masyarakat di Kota Kupang". *Bumi Lestari* 16, no. 2 (2016): h. 139-154.
- Muhajir, Mika Septiawan. "Penurunan Limbah Cair BOD dan COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail* dengan Sistem *Constructed Wetland*". *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang, 2013.

- Mujariah, dkk. "Penggunaan Gel Lidah Buaya (*Aloe vera*) sebagai Koagulan Alami dalam Penjernihan Air Sumur di Desa Sausu Tambu Kecamatan Sausu". *Akademika Kim* 5, no. 1 (2016): h. 16-22.
- Nisa, dkk. "Pemanfaatan Selulosa dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma cacao* L.) Sebagai Bahan Baku Pembuatan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*)". *Pangan dan Agroindustri* 2, no. 3 (2014): h. 34-42.
- Nur, dkk. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) yang Dihasilkan dari Selulosa Jerami Padi". *Sains dan Teknologi Pangan* 1, no. 3 (2016): h. 222-231.
- Pambudi, Aji, dkk. "Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infra Merag Serat Bambu Betung Hasil Proses Alkalisasi sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara". *Teknik ITS* 6, no. 2 (2017): h. 441-444.
- Parera, Melati, dkk. "Analisis Perbedaan pada Uji Kualitas Air Sumur di Kelurahan Madidir Ure Kota Bitung Berdasarkan Parameter Fisika". *Biomedik* 1, no. 1 (2013): h. 466-472.
- Pily, Mulyani. "Sintesis Karboksimetil Triselulosa dari Selulosa Kulit Pisang Raja (*Musa x paradisiacal* AAB) Melalui Reaksi Karboksimetilasi dengan Asam Trikloroasetat sebagai Pengadsorpsi Ion Tembaga ( $\text{Cu}^{2+}$ ). *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2017.
- Pradana, Aditya, dkk. "Pemisahan Selulosa dari Lignin Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Alkalisasi untuk Penguat Bahan Komposit Penyerap Suara". *Teknik ITS* 6, no. 2 (2017): h. 413-416.
- Purwanto, dkk. "Sintesis Flokulan dari Pati Sagu dan Akrilamida menggunakan *Microwave Intilated Technique* untuk Aplikasi Penurunan Kadar Padatan Tersuspensi dalam Air". *Teknologi Industri Pertanian* 23, no. 1 (2013): h. 46-60.
- Putera, Rizky Dirga Harya. "Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Enceng Gondok (*Eichornia Crassiper*) dengan Variasi Pelarut". *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia Fakultas Teknik, 2012.
- Purba, Melda Permana BR. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari Selulosa Batang Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Natrium Monokloroasetat". *Skripsi*. Medan: Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, 2018.
- Ruth, Theresia Sigalingging. "Sintesis dan Karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari Selulosa Batang Pisang Raja (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida". *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara Fakultas Farmasi, 2018.
- Saduk, Melsiani dan Fransisko Piri Niron. "Kajian Sifat Tarif Serat Pelepah Lontar dengan *Singular Fiber Tensile Testing Methode*". *METTEK* 4, no. 1 (2018): h. 8-15.
- Safitri, Dini, dkk. "Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*). *Kovalen* 3, no. 1 (2017): h. 58-68.

- Saputra, Akip. "Pengukur Kadar Keasaman dan Kekeruhan Air Berbasis Arduino". *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016.
- Sari, Ajeng Arum, dkk. "Integrasi Pengolahan Air Limbah Lindi Hitam dengan COD dan TSS Tinggi dari Proses Pembuatan Bioetanol". *Ilmu Lingkungan* 17, no. 1 (2019): h. 100-106.
- Sebayang, Firman dan Helmina Sembiring. "Synthesis of CMC from Palm Midrib Cellulose as Stabiliier and Thickening Agent in Food". *Chemistry* 33, no. 1 (2017): h. 519-530.
- Silsia, dkk. "Karakterisasi Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit". *Agroindustri* 8, no. 1 (2018): h. 53-61.
- Sjahfirdi, dkk. "Aplikasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan Pengamatan Pembengkakan Genital pada Spesies Primata, Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) untuk Mendeteksi Masa Subur". *Kedokteran Hewan* 9, no. 2 (2015): vh. 156-160.
- Sokanandi, dkk. "Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Kurang Dikenal: Kemungkinan Penggunaan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol". *Penelitian Hasil Hutan* 32, no. 3 (2014): h. 209-220.
- Sugihartono. "Pemisahan Krom pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit menggunakan Gelatin dan Flokulan Anorganik". *Kulit, karet dan plastic* 32, no. 1 (2016): h. 21-30.
- Sulistyorini, Iin, dkk. "Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karangan dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur". *Hutan Tropis* 4, no. 1 (2016): h. 64-76.
- Suryadi, Herman, dkk. "Characterization Sodium Carboxymethyl Cellulose from Alpha Cellulose Betung Bamboo (*Dendrocalamus asper*)". *Pharmacogn* 11, no. 5 (2019): h. 894-900.
- Silverstein, Robert, dkk. "Spectrometric Identification Of Organic Compounds". Amerika: Lehigh Press, 2005.
- Tambunan, Parlindungan. "Potensi dan Kebijakan Pengembangan Lontar untuk Menambah Pendapatan Penduduk (*The Potential and Policy for Lontar Development to Increase the People Income*)". *Analisis Kebijakan Kehutanan* 7, no. 1 (2010): h. 27-45.
- Trisanti, Prida Novarita, dkk. "Ekstraksi Selulosa dari Serbuk Gergaji Katu Sengon Melalui Proses Delignifikasi Alkali Ultrasonik". *Sains Materi Indonesia* 19, no. 3 (2018): h. 113-119.
- Wijayani, dkk. "Characterization Of Carboxy Methyl Cellulose (CMC) From *Eichornia crassipes* (Mart) Solms)". *Indo.J.Chem* 5, no. 3 (2005): h. 228-231.
- Wiradipta, I Dewa Gede Agung. "Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Selulosa dari Tongkol Jagung". *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2017.

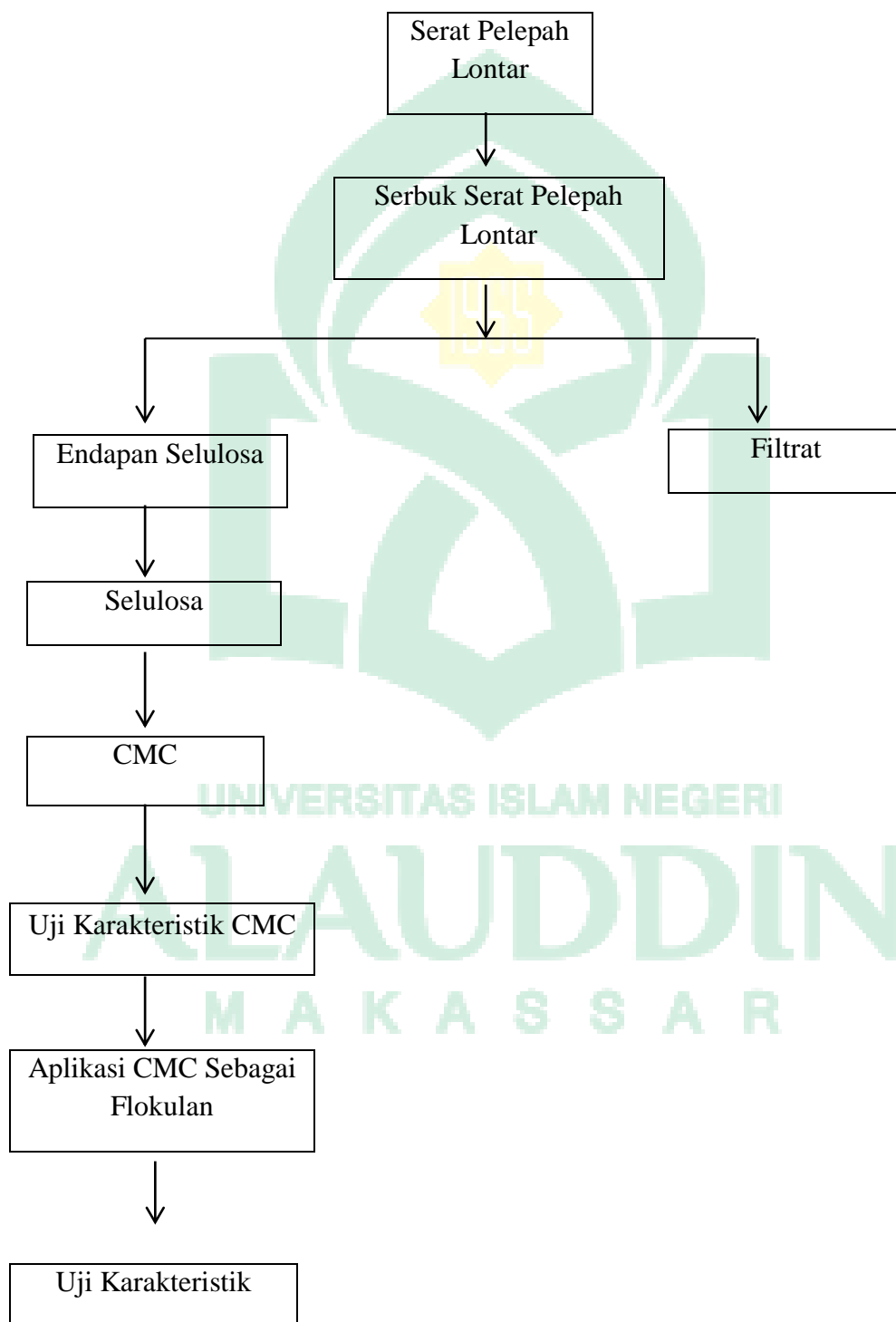


- Yuliasuti. “Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Industri Asbes Menggunakan Flokulan dan Adsorben”. *Teknologi dan Inovasi Industri* 2, no. 2 (2017): h. 77-83.
- Yuniarti, Bernadeta. “Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya”. *Skripsi* Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2007.
- Zuraida, Intan. “Sintesis Natrium Karboksimetil Selulosa dari Mikrokrystal Selulosa Kayu Sengon (*Parasetianthes Falcataria* (L) *Nielsen*) dengan Pelarut Campuran Isopropanol-Etanol”. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2016.

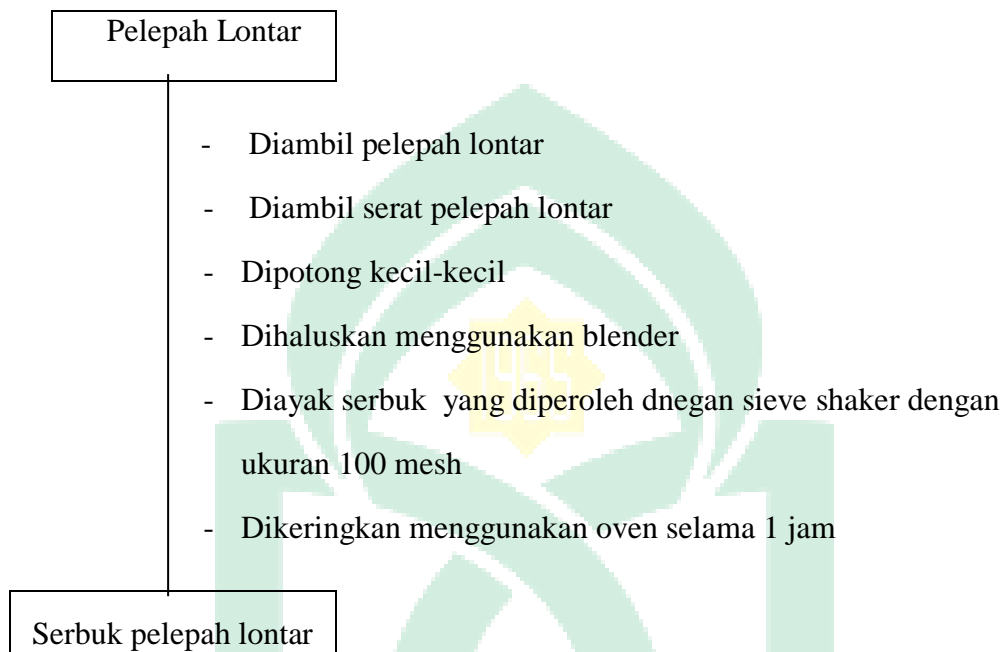


## LAMPIRAN

### LAMPIRAN 1 : SKEMA PENELITIAN

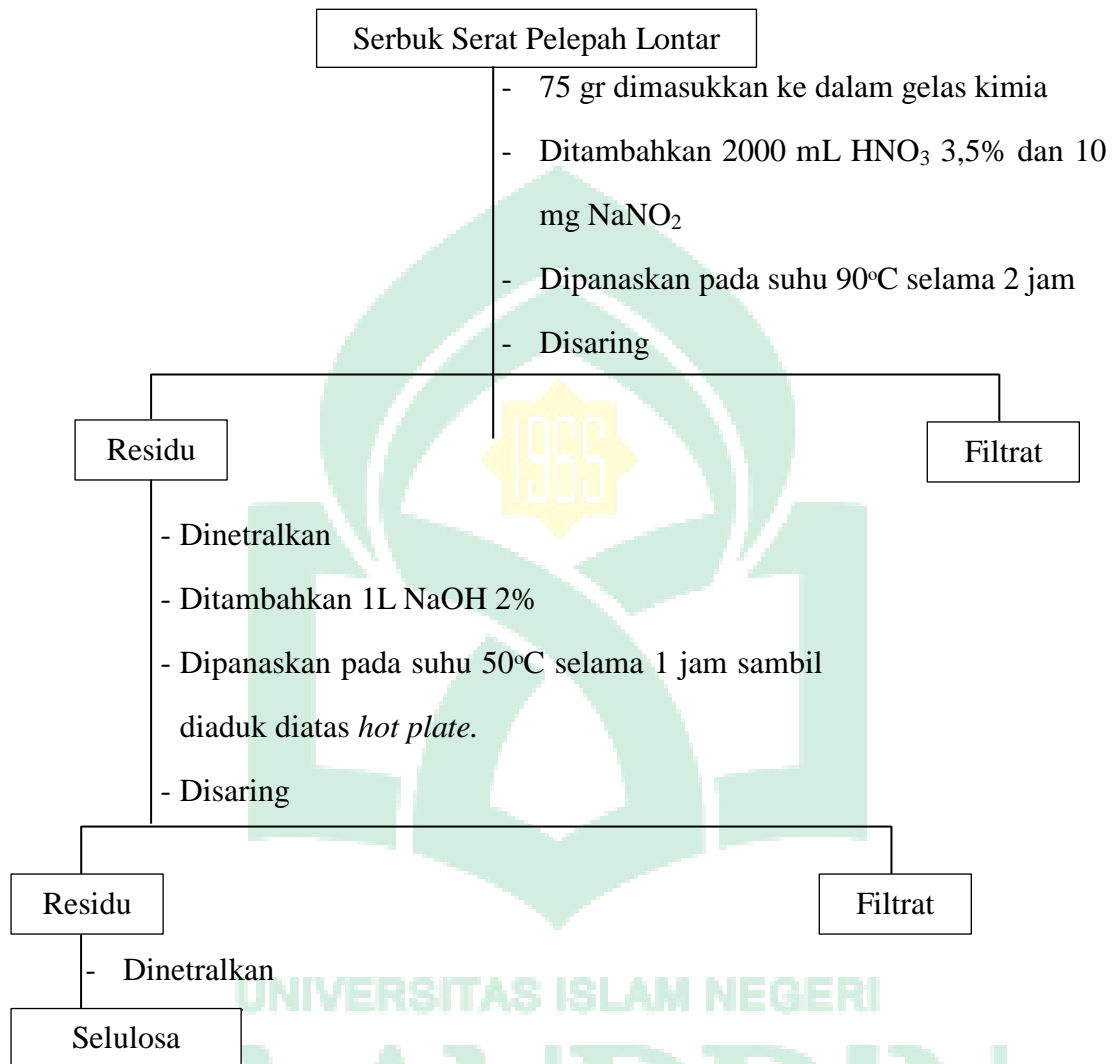


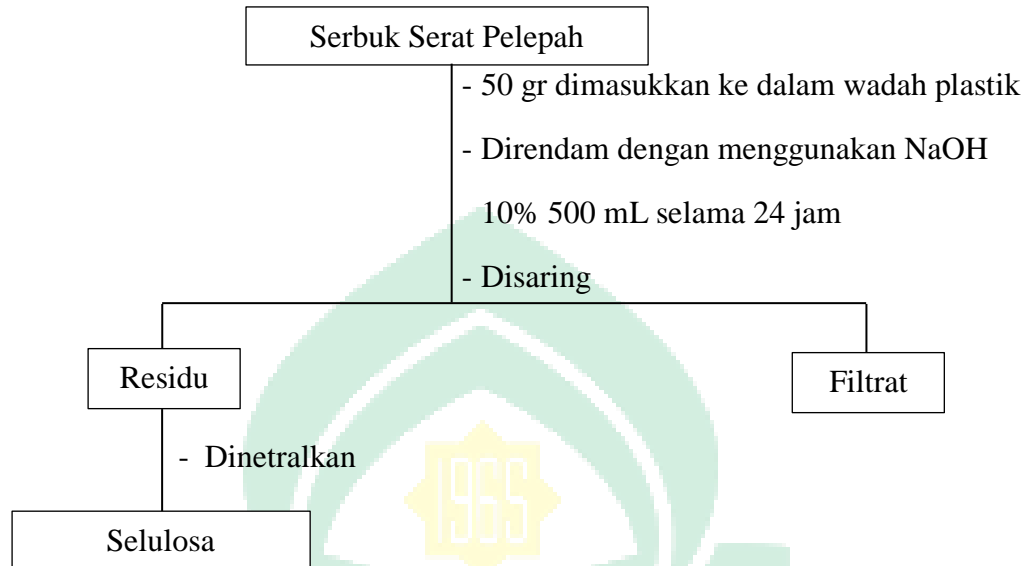


**LAMPIRAN 2 : SKEMA PROSEDUR KERJA****1. Persiapan Sampel**

## 2. Ekstraksi Selulosa pelepah lontar

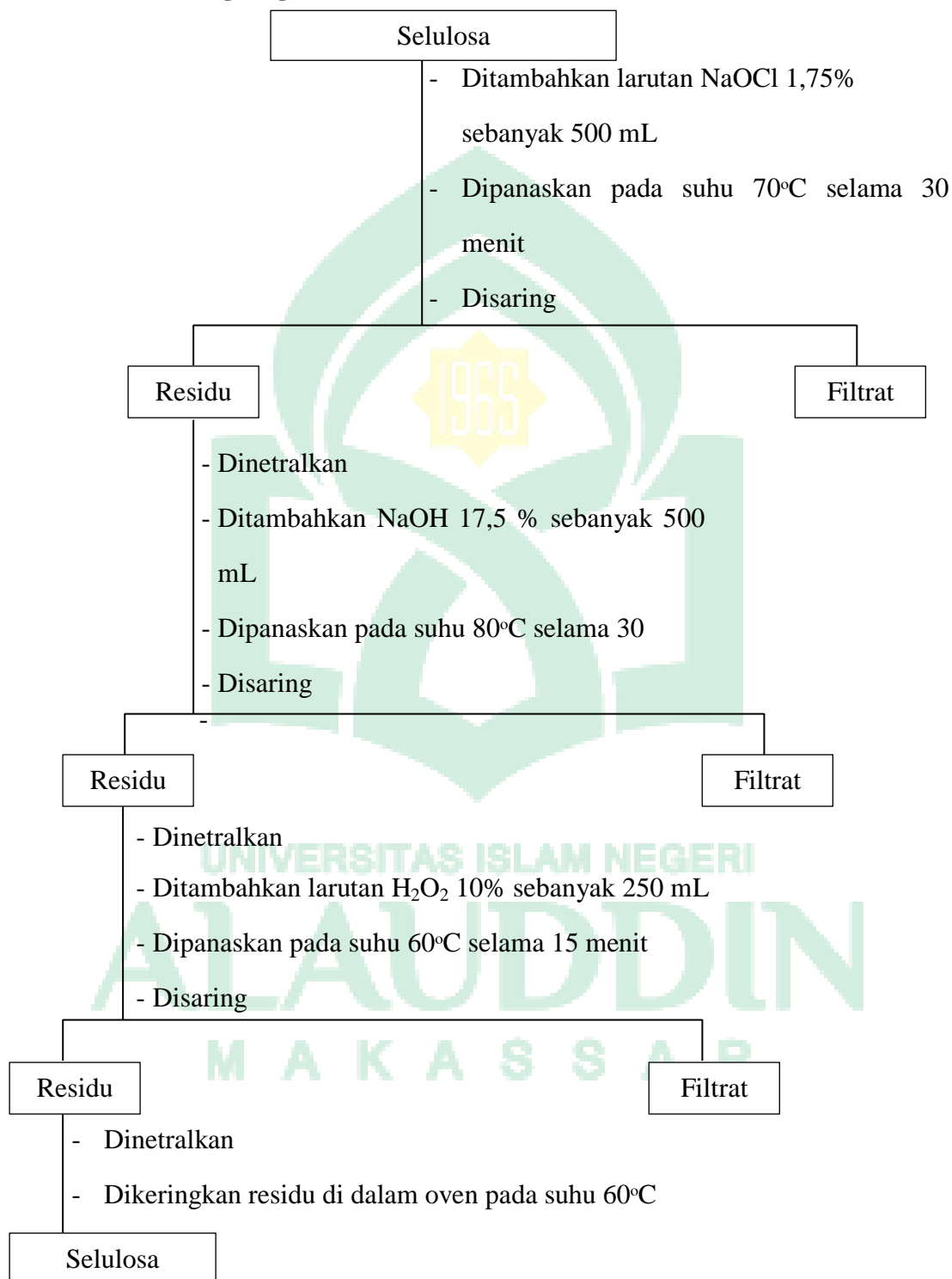
### a. Secara Langsung

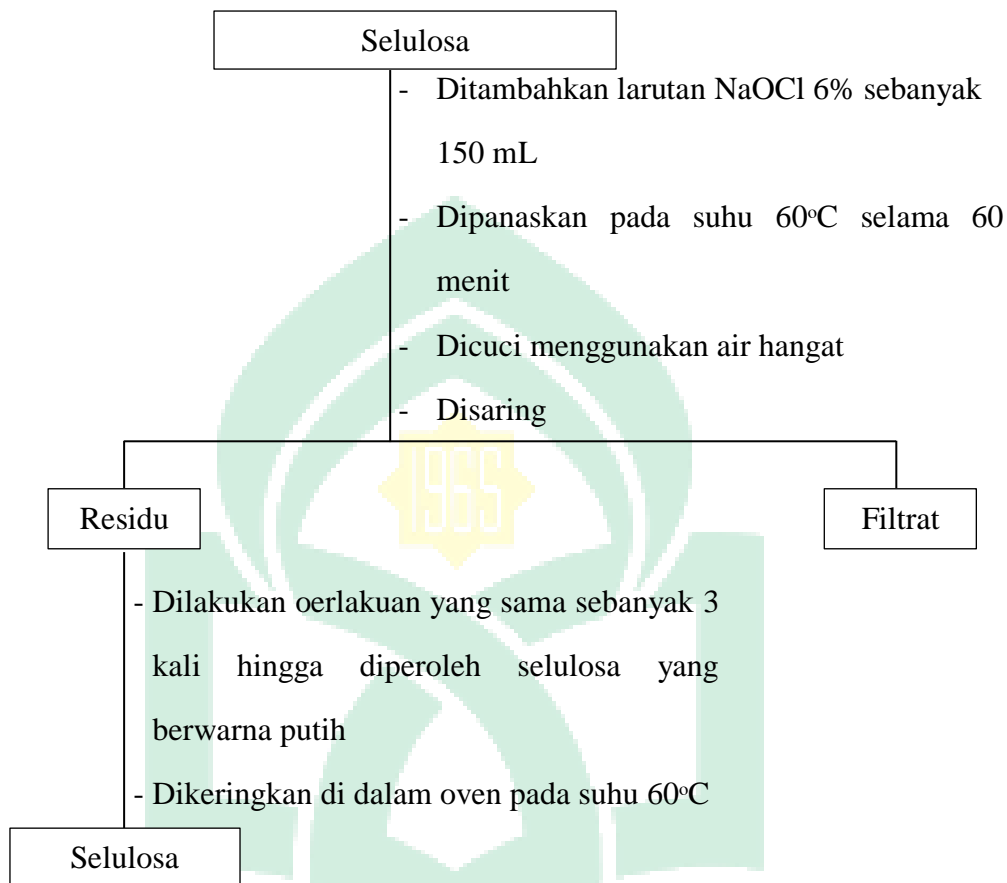


**b. Secara Tidak Langsung**

### 3. Pemutihan

#### a. Secara Langsung



**b. Secara Tidak Langsung**

#### 4. Pemurnian Karboksimetil Selulosa (CMC)

Bubuk selulosa pelepah lontar

- Ditimbang 5 gram selulosa
- Dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL
- Ditambahkan 100 ml isopropanol
- Diaduk selama 10 menit

Alkalisasi

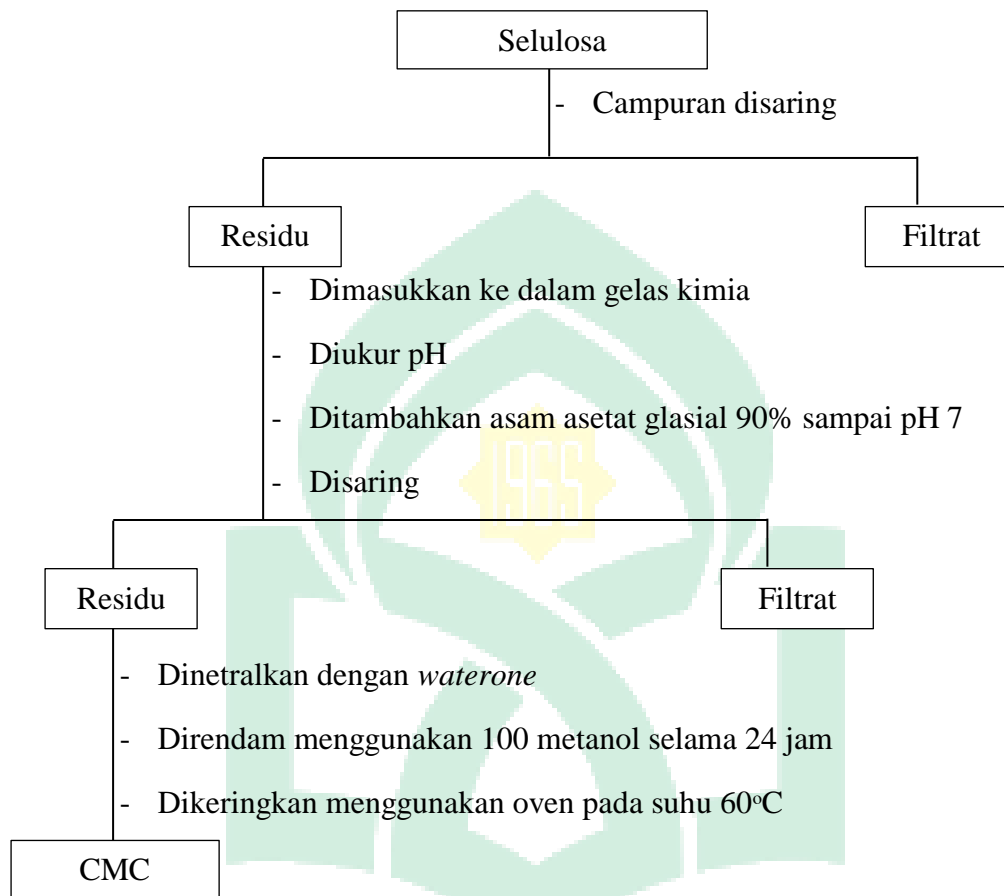
- Ditambahkan 20 mL NaOH 17,5%
- Dipanaskan selama 1 jam

Karboksimetilasi

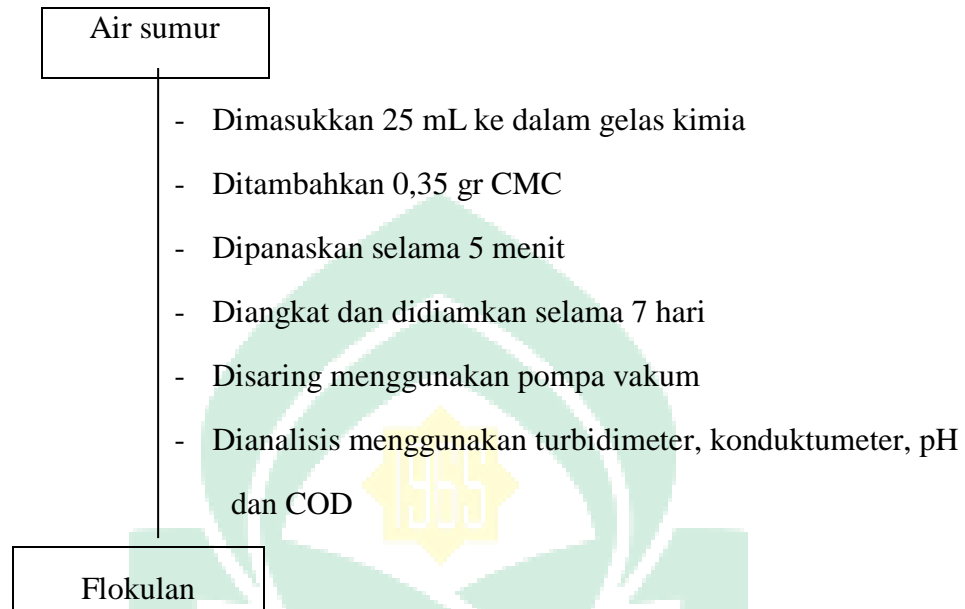
- Ditambahkan asam trikloroasetat 15% sebanyak 20 mL
- Dipanaskan selama 3 jam
- Disaring

CMC

## 5. Penetralkan Karboksimetil Selulosa (CMC)



## 6. Aplikasi CMC sebagai Flokulan





### LAMPIRAN 3 : PEMBUATAN LARUTAN

1.  $\text{HNO}_3$  3,5%

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 65\% = 1000 \text{ mL} \cdot 3,5\%$$

$$V_1 = \frac{3500}{65}$$

$$= 53,84 \text{ mL}$$

2.  $\text{NaOH}$  2%

$$\% = \frac{b}{v}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{b}{500 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 100 \text{ mL} = 2 \cdot 500 \text{ mL}$$

$$b = \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 10 \text{ gr}$$

3.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2%

$$\% = \frac{b}{v}$$

$$\frac{2}{100} = \frac{b}{100 \text{ mL}}$$

$$\text{b. } 100 \text{ mL} = 2 \cdot 100 \text{ mL}$$

$$b = \frac{200 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$= 2 \text{ gr}$$

## 4. Asam Trikloroasetat 15%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{15}{100} = \frac{b}{20 \text{ mL}}$$

$$b. 10 \text{ mL} = 3000 \text{ mL}$$

$$b = \frac{300 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \\ = 3 \text{ gr}$$

## 5. NaOH 17,5%

$$\% = \frac{b}{V}$$

$$\frac{17,5}{100} = \frac{b}{500 \text{ mL}}$$

$$b. 100 \text{ mL} = 17,5 \cdot 500 \text{ mL}$$

$$b = \frac{8750 \text{ mL}}{100 \text{ mL}} \\ = 87,5 \text{ gr}$$

6. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 30\% = 200 \text{ mL} \cdot 10\%$$

$$V_1 = \frac{2000}{30} \\ = 67 \text{ mL}$$

## LAMPIRAN 4 : GAMBAR

### 1. Pengambilan Sampel



Pelepah lontar



Serat Pelepah lontar

### 2. Preparasi Sampel



Dipotong kecil-kecil



Diblender



Dishieve shaker



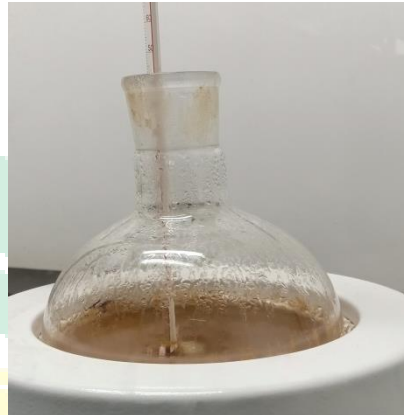
Dioven pada suhu 60°C

### 3. Ekstraksi Selulosa

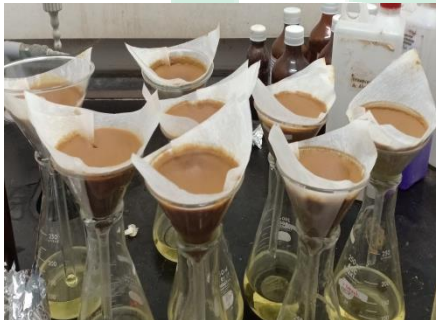
#### 1) Selulosa Langsung



Ditimbang serbuk pelepah lontar



Dipanaskan dengan  
 $\text{HNO}_3$  3,5% dan 10 mg  $\text{NaNO}_2$



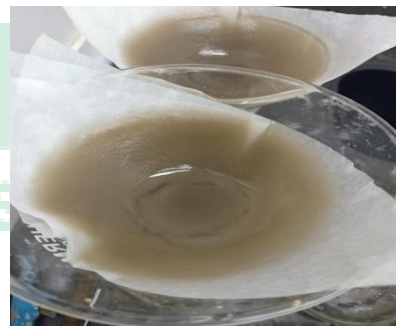
Penetralan



Ditambahkan  $\text{NaOH}$  2% dan  
 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  2%



Penetralan



Penyaringan

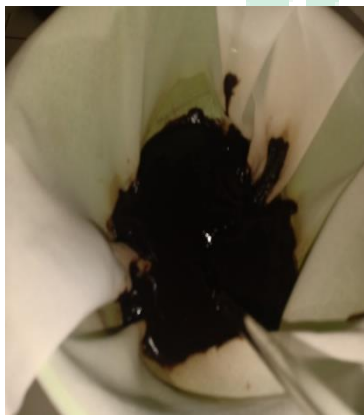
## 2) Selulosa Tidak Langsung



Ditimbang



Direndam dengan NaOH 10%



Penyaringan

## 4. Pemutihan

### 1) Langsung



Dipanaskan dengan NaOCl 1,75%



Disaring dan dinetralkan



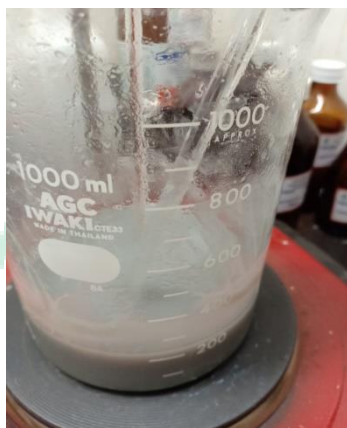


Dipanaskan dengan 500 mL NaOH 17,5%    Dipanaskan dengan 250 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10%

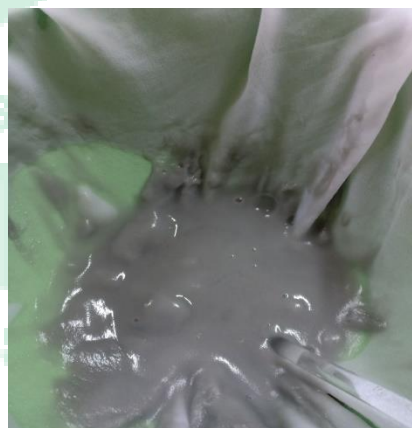


Dioven pada suhu 60°C

## 2) Tidak Langsung



Dipanaskan dengan NaOCl 6%



Disaring

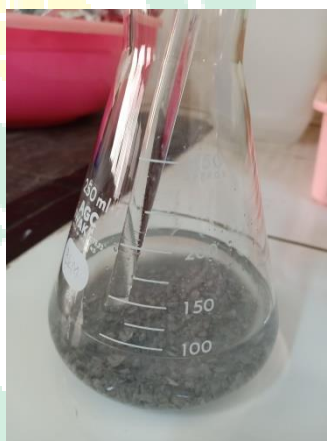


Dioven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$

## 5. Pemurnian CMC



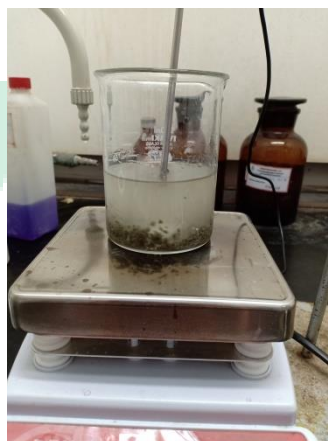
Ditimbang



Ditambahkan 100 mL isopropanol



Dialkalisasi dengan  $\text{NaOH}$  17,5%



Dipanaskan dengan asam trikloroasetat 15%



Disaring

## 6. Penetralan



Dinetralkan dengan asam asetat glasial 90%



Direndam dengan methanol



Dikeringkan menggunakan oven



## 7. Aplikasi CMC sebagai Flokulan



Ditimbang CMC



Ditambahkan air sumur



Didiamkan selama 7 hari



Disaring

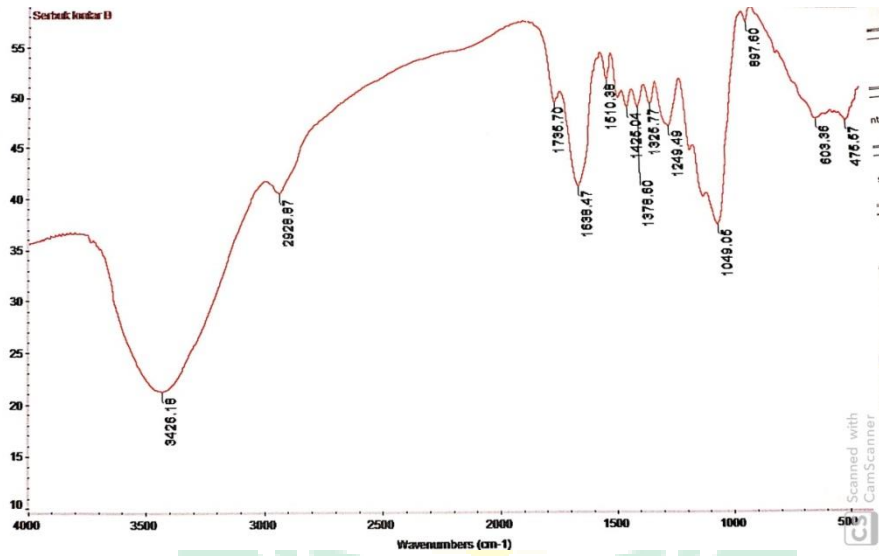


Uji pH

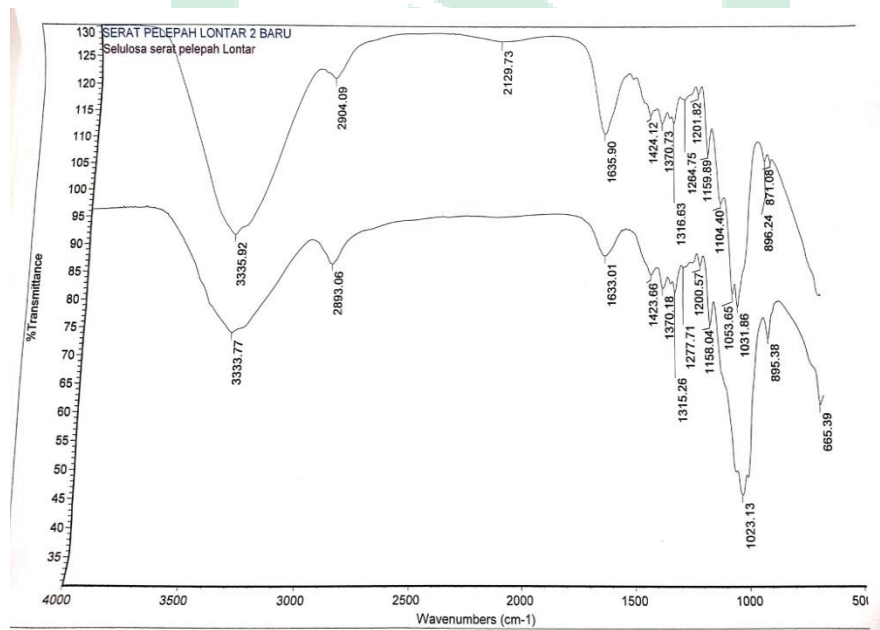


Uji kekeruhan

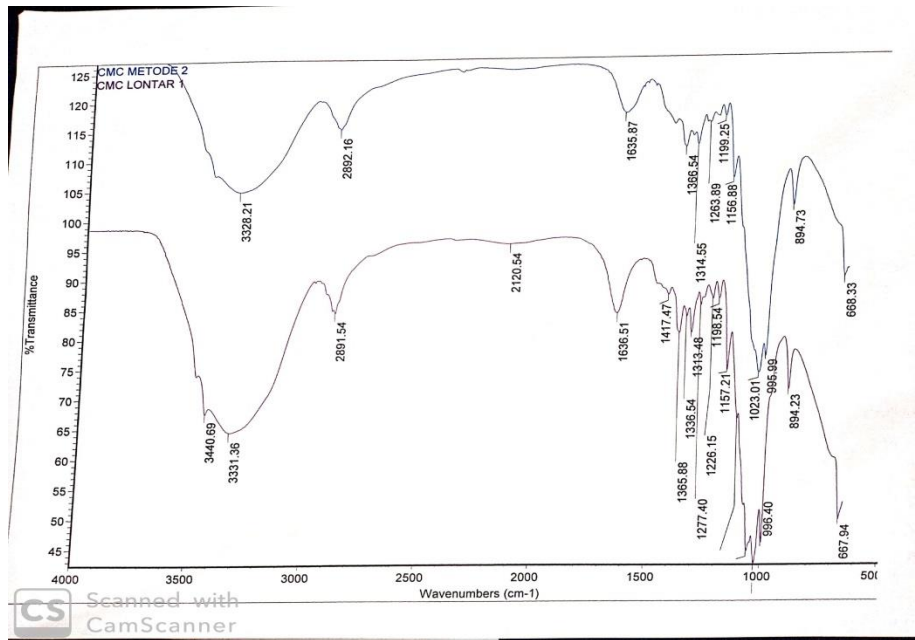
## 8. FTIR



Spektrum FTIR Serbuk Serat Pelepah Lontar



Spektrum FTIR Selulosa pelepah lontar secara langsung dan tidak langsung



Spektrum FTIR CMC pelepah lontar secara langsung dan tidak langsung